Nº 118

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®





AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (Univ. de Madrid), procedencia de los metales. W. SPALTEHOLZ (Universidad de Leipzig, Alemania) y J. G. SÁNCHEZ LUCAS (Universidad de Barcelona), el cartílago, un tejido amortiguador. A. W. HAUPT (Univ. California), plantas trepadoras. H. G. BOOKER (Univ. Cornell), capacitores en serie y en paralelo. A. C. HARDY (Massachusetts Institute of Technology), introducción a la fotografía: filtros y películas. J. MORCILLO (Univ. Madrid), principio de Le Chatelier. L. M. THOMPSON (Iowa State College), experimentos con tierra. A. VIAN (Cátedra de Química Industrial, Univ. Madrid), razón de compresión. G. BALUJA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid), análisis de los alimentos. R. L. USINGER (Univ. California), animales que cambian de color. G. G. MALLINSON (Univ. Western Michigan), la longitud del metro. A. STILL (Univ. Purdue), electricidad producida por las mareas.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 118

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

Semanario ilustrado publicado por Editorial Codex S. A., Bolívar 578, Buenos Aires, Argentina. Director: Nicolás J. Gibelli. Registrada como correspondencia de 2da. clase en la Administración de Correos de Guatemala, Nº 1.554. Reg. de la Propiedad Intelectual Nº 868.805.

TEMA DE LA CUBIERTA

PROCEDENCIA DE LOS METALES. — El perforador (taladro) neumático facilita la extracción de los minerales. (Izquierda) Cuatro muestras de minerales, con sus distintas formas de cristalización.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Correctores para piensos equilibrados. — Uno de los principales constituyentes de las sopas en polvo y de los alimentos concentrados es el glutamato sódico; esta sustancia es la que proporciona el "sabor de pollo" a los modernos platos preparados. Pero, justo es decirlo, dicha sal orgánica no constituye un aporte sintético de la química actual a nuestro sufrido organismo. El glutamato sódico, o, más propiamente, el ácido glutámico, es un producto normal de los ciclos metabólicos de los animales y, por supuesto, del hombre; concretamente, es un metabolito del ciclo tricarboxílico o del ciclo de Krebs, conjunto de reacciones de gran importancia en la liberación de la energía necesaria para la vida.

El aporte de ácido glutámico a nuestro organismo no sólo es congruente con nuestra fisiología, sino que constituye un aminoácido esencial.

Su descubrimiento práctico data de 1950, cuando los científicos japoneses aislaron estirpes del microorganismo **Micrococcus glutamicus,** que producían considerables cantidades de ácido glutámico; este aminoácido se vertía al medio de cultivo, de donde podía aislarse por procedimientos químicos. Desde entonces, para satisfacer el creciente consumo, la producción de ácido glutámico se realiza por técnicas de fermentación.

En la actualidad, los descubrimientos iniciados por los japoneses son continuados por científicos de otros países (Francia, Estados Unidos, etc.). Los propios investigadores nipones han podido seleccionar y aislar un mutante del **Micrococcus glutamicus,** que produce lisina, otro aminoácido quizá más interesante que el propio ácido glutámico.

Como es sabido, las proteínas de los animales contienen una gran proporción de lisina, en contraste con los vegetales, que son mucho más pobres en este sentido. Por tanto, para que el ganado engorde (es decir, produzca carne o, lo que es lo mismo, proteínas) es indispensable que en el pienso exista un determinado contenido de lisina; los piensos vegetales no lo pueden satisfacer, por lo que resultaría muy provechoso disponer de este aminoácido, para corregirlos convenientemente.

El mutante japonés permite obtener lisina por fermentación a un precio razonable, ya que el microorganismo, después de crecer cuatro días en el medio de cultivo, proporciona 17 gramos del aminoácido por litro de medio de cultivo. Científicos soviéticos acaban de mejorar notablemente estas conquistas japonesas. Por irradiación de los microorganismos con neutrones rápidos han logrado otros mutantes más rentables todavía: con sólo un crecimiento de 48 horas consiguen 25 gramos de lisina por litro de medio de cultivo; ello supone casi un 50 % más de producción en la mitad de tiempo.

NOTICIAS DE MAÑANA

Comunicación con submarinos sumergidos. — Uno de los mayores inconvenientes que presentan los submarinos sumergidos es el de la imposibilidad de comunicarse con ellos por medio de las ondas de radio convencionales; para que un submarino recoja o emita un mensaje es preciso que se eleve hasta cerca de la superficie del mar; entonces, proyecta hacia el exterior su larga antena, de forma que la punta sobresalga un poco en el aire.

Sin embargo, científicos ingleses y estadounidenses, trabajando independientemente, esperan conseguir, en poco tiempo, un eficaz sistema de comunicación submarina; para ello, en sus experiencias utilizan ondas de radio de una gran longitud de onda (próximas a 18 kilómetros), que pueden penetrar y trasmitirse por el agua sin grandes dificultades.

Estas ondas, de tan baja frecuencia, son análogas a las que utilizó Marconi en sus primeros ensayos de radio. La dificultad del proceso radica en la extraordinaria potencia que se necesita para generar este tipo de ondas; un pequeño trasmisor que se montó con fines experimentales en un avión Comet, durante la pasada exhibición aeronáutica de Farnborough (Gran Bretaña), costó casi tres millones de dólares. Los resultados fueron muy satisfactorios, pues, a una distancia de alrededor de siete mil kilómetros, se pudo guiar el rumbo de la aeronave con un error inferior a ocho kilómetros.

PROCEDENCIA DE LOS METALES



Los minerales de uranio son radiactivos y pueden detectarse con contadores Geiger. Las capas del suelo absorben la radiación, por lo que los contadores Geiger se introducen en agujeros u hoyos preparados especialmente.

Es muy raro encontrar metales puros en la corteza terrestre. Casi siempre están combinados con otros elementos como compuestos metálicos. El hierro, por ejemplo, puede combinarse con el oxígeno o con el azufre, para formar óxidos o sulfuros.

La cantidad de metales que existen en la corteza terrestre es relativamente pequeña. Si estuvieran esparcidos al azar, no se encontraría nunca una concentración suficiente de ninguno de ellos para emprender una explotación rentable. Sería necesario tratar enormes cantidades de roca para obtener una cantidad muy pequeña de metal.

Por fortuna, una serie de procesos geológicos, a lo largo de la historia de la Tierra, ha concentrado los compuestos metálicos. Cuando una roca contiene tal cantidad de metal que valga la pena extraerlo, se le da el nombre de *mineral*.

Existen tres tipos de roca: *ígnea* (que procede de materiales fundidos), *sedimentaria* (formada con fragmentos desmenuzados de una roca anterior) y *metamórfica* (roca alterada por la temperatura y la presión). Los tres tipos pueden contener minerales, aunque el metal se haya concentrado en ellos por diversas causas.

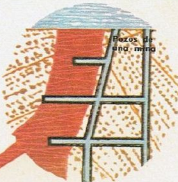
La concentración de metal necesaria para que una roca se considere como mena o mineral explotable depende del metal de que se trate. Por ejemplo, una roca que contenga cobre constituye una mena si un 0,7 % de su volumen está compuesto de cobre; en cambio, un porcentaje tan bajo en el caso del aluminio no permite una extracción rentable, pues la concentración de este metal debe ser, por lo menos, de un 30 %. Tales cifras dependen, en gran parte, de la relativa rareza de los metales; pero también, en cierta medida, de la demanda comercial.

Las rocas ígneas se han formado por solidificación de magmas —rocas en estado fundido—. Durante el proceso, ciertos materiales se solidifican antes que otros. En el conjunto semifluido, estos minerales pueden irse al fondo y separarse, como una capa, en la fase temprana del proceso. El mineral puede ser rico en un metal determinado. Por ejemplo, el mineral cromita contiene cromo, como indica su nombre.

Al formarse posteriormente los minerales que contienen metal, pueden cristalizar en los huecos que quedan entre los minerales más antiguos, formando así una separación de utilidad para el explorador y el minero. El último magma solidificado *(magma residual)* puede haberse enriquecido con titanio, hierro u otros metales, que forman depósitos aprovechables.

Los más útiles, entre los depósitos magmáticos, están relacionados con grandes intrusiones de magma *básico* en el interior de la corteza. El magma *básico*, en su estado original, tiene únicamente una pequeña cantidad de sílice y grandes proporciones de ciertos metales: hierro, titanio, cromo.

Los magmas ácidos, que se enfrían para formar rocas graníticas y similares, son ricos en sílice. La cantidad de metales que contienen es relativamente pequeña. Sin embargo, las masas graníticas están asociadas a un gran número de elementos metálicos raros —uranio, cobre, cobalto, manganeso, cinc, estaño, plomo, plata y oro— que no se encuentran en el interior de la roca, sino en los alrededores. Lo que ocurre es que, cuando la mayoría del magma ácido se ha enfriado, los gases calientes volátiles y el agua, a gran temperatura, pasan de la masa que se enfría hacia la roca vecina. En solución, se encontraban azufre, flúor, boro, cloro, y fósforo, así como una variedad de metales raros.



Explotación de una vena de gran tamaño incrustada verticalmente en la corteza terrestre

En cierto momento durante el enfriamiento, parte del magma quedó incrustado en la roca circundante

Vena

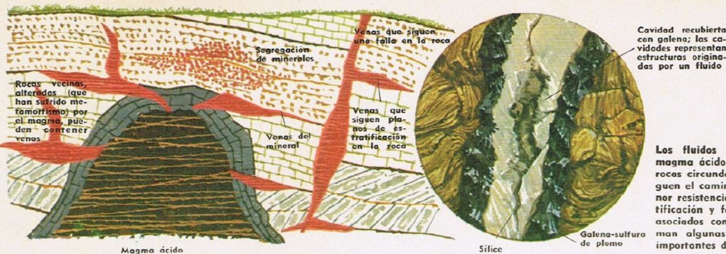
Magma

Durante la cristalización, una presión intensa puede incrustar parte de un magma diferenciado en las rocas circundantes. Esta parte puede estar enriquecida con ciertos metales. Un ejemplo es la intrusión Sudbury, en el Canadá, que proporciona la mayor parte del níquel utilizado en el mundo.



Roca ígnea en forma de capas; cada banda está compuesta por un mineral distinto. La intrusión del Bushveld, en África del Sur, es un buen ejemplo de este tipo de rocas. Proporciona una gran parte del cromo y del platino que se utiliza en el mundo

Los cristales se enfrían a distintas temperaturas. Los primeros cristales (de densidad alta) van al fondo, bajo forma de intrusiones; los cristales de menor densidad se elevan, mientras que pueden ocurrir segregaciones en el interior.



Los fluidos volátiles pasan del magma ácido que se enfría a las rocas circundantes. Los fluidos siguen el camino que ofrece la menor resistencia —planos de estratificación y fallas—. Los metales asociados con estos magmas forman algunas de las venas más importantes del mundo.

Con probabilidad, muchos metales se encontraban originalmente presentes en los sedimentos depositados en el mar. Cuando el magma caliente se hizo intrusivo, una gran parte del sedimento, que contenía trazas de metales, se incorporó a él.

Los metales no podían penetrar en los cristales (formados previamente) porque sus átomos eran demasiados grandes. Por tanto, se concentraban en las soluciones calientes residuales. Cuando las soluciones pasaban a las rocas circundantes, las sales metálicas, principalmente los sulfuros y los óxidos, se solidificaban a lo largo de las grietas y canales, formando valiosas venas de mineral ratura y de presión. Las soluciones calientes pueden disolverse de nuevo, de modo selectivo, y atacar los minerales menos resistentes, depositando otra vez compuestos metálicos concentrados como valiosos minerales.

El proceso de la erosión, en la superficie de la tierra, destruye continuamente las rocas más antiguas. Generalmente, los fragmentos, tanto en forma de partículas sólidas como en solución, son trasportados y depositados en otros lugares para formar nuevas rocas. El depósito de minerales que contienen metales requiere un agente adecuado y condiciones de precipitación favorables. Algunas veces interviene la acción de organismos vivos,

PROSPECCIÓN DE MINERALES

Las áreas probablemente más ricas en minerales son aquéllas que han estado sometidas a una actividad ígnea y metamórfica. Allí es donde se suelen encontrar ricas venas de minerales. Una exploración geológica empieza, generalmente, por un rápido reconocimiento utilizando fotografías aéreas, al que siguen trabajos más detallados. Al hacer un plano en el que se indican las rocas superficiales, queda revelada parte de la historia geológica de la región —los distintos episodios de actividad ígnea y metamórfica.

Los mapas geológicos y la inspección de venas de minerales en la superficie son una buena base para la exploración. Con frecuencia, los sitios donde es más probable que existan minerales quedan bien delimitados. Actualmente, los geoquímicos y los geofísicos proporcionan una ayuda ulterior, y la exploración completa de una región combina muchas técnicas.

La prospección geológica consiste en el análisis de numerosas muestras de suelo, rocas, sedimentos depositados por el agua e, incluso, plantas. La concentración de metal puede estimarse en muestras que sólo contengan una parte por billón. Aumentos apreciables de la concentración de metal en suelos y similares pueden indicar la presencia, en algún lugar próximo, de un mineral de interés.

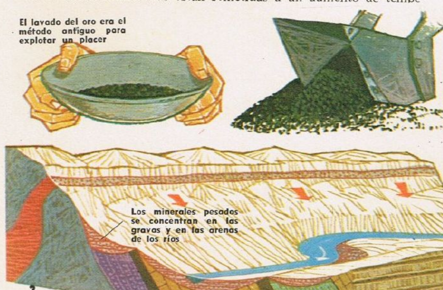
Los geofísicos utilizan una gran variedad de instrumentos. El magnetómetro es sensible a variaciones del campo magnético de la Tierra. Un aumento en la intensidad del campo magnético ocurre cerca de los lugares donde hay cierta concentración de minerales magnéticos. Los magnetómetros pueden desplazarse a bordo de un avión; son particularmente útiles sobre el mar o sobre lagos y, en general, en las regiones inaccesibles, como las montañosas. Algunos métodos de exploración eléctricos son también de utilidad. Por ejemplo, se puede medir la resistividad de las rocas a una corriente eléctrica. Las rocas que no contienen metales no son buenas conductoras y su resistividad es elevada, mientras que las rocas metálicas son mejores conductoras y tienen una menor resistividad.

El método gravimétrico se funda en la gran atracción gravitacional de los densos cuerpos metálicos. El método sísmico localiza las posibles venas estudiando la trayectoria de las ondas de choque a través de la Tierra.

Al salir de la intrusión granítica, los cinturones de venas minerales se trasformaban con frecuencia. Por ejemplo, en Cornualles, venas de estaño penetran en las venas de cobre. Bajo ellas se encuentran venas de plomo, plata, antimonio y, por fin, de hierro y manganeso. Esta ordenación en zonas se debe, principalmente, a las distintas solubilidades de los minerales. A medida que el fluido se desplaza hacia fuera, su temperatura y su presión se van haciendo menores. Los minerales van precipitándose en orden inverso a su solubilidad.

El metamorfismo es un proceso en el que tanto las rocas ígneas como las sedimentarias están sometidas a un aumento de tempe- como las bacterias. Minerales sedimentarios particularmente importantes son las sideritas —carbonatos y silicatos de hierro.

Algunos minerales producidos en el desgaste de las rocas oponen gran resistencia a la descomposición. Además, pueden tener una gran densidad. El agua arrastra el material más ligero y abandona el mineral, que se va concentrando. Este tipo de depósitos recibe el nombre de *placeres*. El oro, el platino y el estaño, minerales de hierro y de titanio, suelen encontrarse en esta forma. Por otra parte, la erosión elimina ciertas sustancias de una roca o de un suelo y deja al descubierto un depósito más rico en cierto mineral.



Actualmente, la separación de los minerales útiles se efectúa en mucha mayor escala

Los placeres se forman por la acción de las aguas corrientes y del viento. Los minerales más pesados se concentran. Gran parte del estaño mundial procede de los placeres. También se encuentran dos metales preciosos: el oro y el platino.



Con frecuencia, las venas del mineral se encuentran penetrando en regiones calizas, incluso si no hay tierras graníticas visibles en los alrededores. Se piensa que las venas se concentraron por la acción del agua, que ha penetrado en las regiones graníticas situadas a mayor profundidad.

EL CARTÍLAGO, UN TEJIDO AMORTIGUADOR

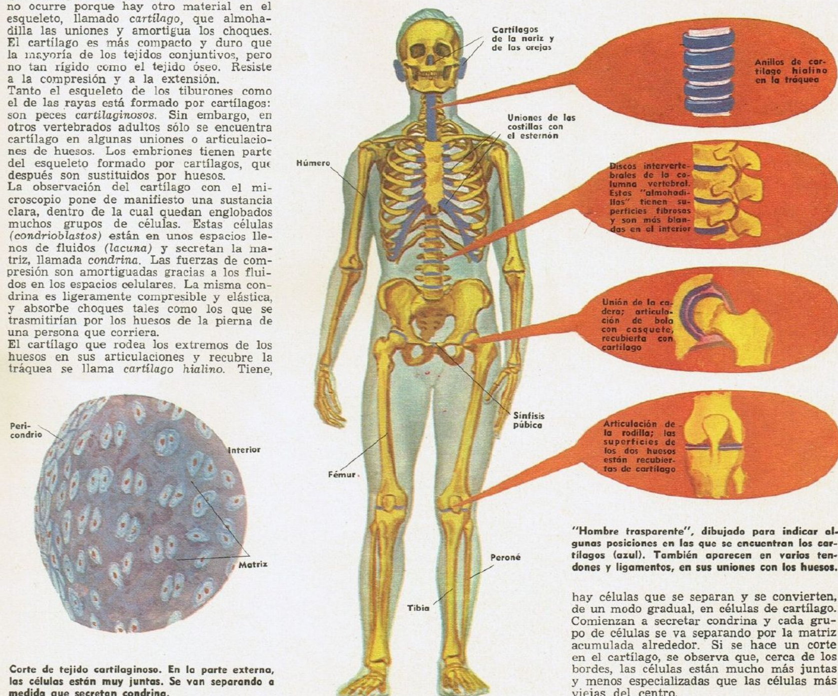
Cuando un hombre corre, a cada paso su pie choca contra el suelo con una fuerza bastante grande. Si no tuviera huesos u otro soporte esquelético, la fuerza que se ejerciera sobre el pie, cada vez que éste se apoyara en el suelo, comprimiría necesariamente los tejidos más blandos de la pierna. Los tejidos de soporte (esqueleto) resisten las fuerzas de compresión. Si las piernas sólo tuvieran huesos, se trasmitirían choques desagradables de hueso a hueso. Esto no ocurre porque hay otro material en el esqueleto, llamado *cartílago*, que almohadilla las uniones y amortigua los choques. El cartílago es más compacto y duro que la mayoría de los tejidos conjuntivos, pero no tan rígido como el tejido óseo. Resiste a la compresión y a la extensión.

Tanto el esqueleto de los tiburones como el de las rayas está formado por cartílagos: son peces *cartilaginosos*. Sin embargo, en otros vertebrados adultos sólo se encuentra cartílago en algunas uniones o articulaciones de huesos. Los embriones tienen parte del esqueleto formado por cartílagos, que después son sustituidos por huesos.

La observación del cartílago con el microscopio pone de manifiesto una sustancia clara, dentro de la cual quedan englobados muchos grupos de células. Estas células *(condrioblastos)* están en unos espacios llenos de fluidos *(lacuna)* y secretan la matriz, llamada *condrina*. Las fuerzas de compresión son amortiguadas gracias a los fluidos en los espacios celulares. La misma condrina es ligeramente compresible y elástica, y absorbe choques tales como los que se trasmitirían por los huesos de la pierna de una persona que corriera.

El cartílago que rodea los extremos de los huesos en sus articulaciones y recubre la tráquea se llama *cartílago hialino*. Tiene, relativamente, pocas fibras. Sin embargo, el cartílago fibroso contiene muchas fibras de colágeno, que pueden oponerse a la extensión. Los discos intervertebrales son de cartílago fibroso, y también se encuentra este tipo de cartílago en la unión de tendones y ligamentos con los huesos, especialmente en las articulaciones.

Algunos cartílagos tienen fibras elásticas, como los de la nariz y de las orejas. Este tipo es flexible y se llama *cartílago elástico*. Las masas de cartílago (excepto en los extremos de los huesos) están rodeadas por una película de tejido conjuntivo resistente, llamado *pericondrio*. Esta capa contiene vasos sanguíneos, a través de los cuales los materiales de alimentación se difunden hasta las células del cartílago. De las células del pericondrio se forman nuevas células de cartílago. Así, pues, en el interior de esta capa hay células que se separan y se convierten, de un modo gradual, en células de cartílago. Comienzan a secretar condrina y cada grupo de células se va separando por la matriz acumulada alrededor. Si se hace un corte en el cartílago, se observa que, cerca de los bordes, las células están mucho más juntas y menos especializadas que las células más viejas del centro.



Corte de tejido cartilaginoso. En la parte externa, las células están muy juntas. Se van separando a medida que secretan condrina.

"Hombre trasparente", dibujado para indicar algunas posiciones en las que se encuentran los cartílagos (azul). También aparecen en varios tendones y ligamentos, en sus uniones con los huesos.

PLANTAS TREPADORAS

Cuanto más crece una planta, más expuesta está a la luz del Sol. Además, las flores se sitúan mejor en ella, tanto para recibir las visitas de los insectos como para ser polinizadas por el viento. Los árboles tardan muchos años en alcanzar su altura máxima porque el alargamiento del tronco debe ir acompañado de un aumento en grosor. De otra forma, se doblaría bajo su propio peso. Pero otras plantas obtienen las ventajas de la altura sin necesidad de largos años de desarrollo para soportar su peso: estas son las llamadas *plantas trepadoras*.

Al principio, la planta trepadora crece erguida, y el tallo, que pronto se dobla por su peso, debe apoyarse en un soporte de cualquier clase. La planta trepadora que tiene la suerte de encontrarlo en su vecindad sube con gran rapidez. Puede consumir todos sus materiales alimenticios para el crecimiento vertical y la producción de flores y semillas, pero corre el peligro de perecer si no dispone de un soporte.

Hay una gran variedad de plantas trepadoras, que pertenecen a familias muy distintas y que se sirven de órganos muy diferentes para ascender.



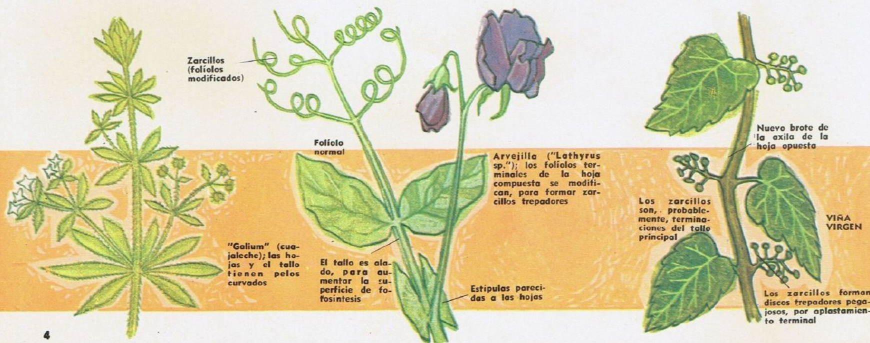
La rosa silvestre trepa sobre otras plantas con la ayuda de sus aguijones ("uncínulos"), vueltos hacia atrás. Cuando alcanzan una altura considerable, las flores se muestran mejor a los insectos polinizadores. También son muy visibles los frutos maduros. Por esta causa, los pájaros que las comen dispersan fácilmente sus semillas.

PELOS, AGUIJONES Y RAÍCES

El cuajaleche (*Galium*) utiliza para trepar una serie de pelos (prolongaciones de la parte externa de las células epidérmicas). Estos pelos son numerosos y están dirigidos hacia abajo, cubriendo la superficie de las hojas y del tallo. Por este medio, el cuajaleche o galio, que es una planta típica de los macizos forestales, puede trepar entre la vegetación que lo rodea.

Más perfectos son los aguijones curvos de las zarzas y de la rosa silvestre o escaramujo. Los aguijones no son verdaderos pelos vegetales, pues contienen células corticales en su interior, además de células epidérmicas. Estos aguijones curvados (*uncínulos*) no recubren solamente los tallos, sino también la parte inferior de las hojas en los nervios. Trepando y apoyándose en la vegetación que las rodea, las zarzas pueden alcanzar más de 6 metros sobre el nivel del suelo.

La hiedra es, quizá, la más conocida de las plantas trepadoras. Si se arranca un trozo de hiedra de su soporte, puede verse cómo la parte adherida a él está cubierta de manojos de pelos rígidos, de color pardo. Pero no son pelos vegetales en el estricto significado de ese término, sino que se trata, realmente, de raíces adventicias (raíces que no proceden del sistema radical primario). La hiedra no trepa solamente sobre los árboles, sino también sobre las paredes. Estas raíces adventicias aéreas segregan un líquido pegajoso que las adhiere al



soporte. La hiedra no absorbe sustancias de las plantas sobre las que trepa. Las raíces aéreas, sin embargo, bloquean las lenticelas (poros respiratorios de la corteza) y, ocasionalmente, pueden causar la muerte del árbol, por estrangulación.



La hiedra es una planta trepadora muy corriente, que se encarama tanto en los árboles como en las paredes. Los órganos trepadores son raíces adventicias aéreas, producidas por la parte basal de los tallos. Por encima de la región trepadora, las hojas tienen forma lisa, no hay raíces aéreas y aparecen flores.

ZARCILLOS

Los zarcillos son órganos especializados de las plantas, que, cuando tocan un cuerpo externo, se enrollan en espiral, dando un apoyo a las mismas.
La mayoría de los zarcillos son hojas modificadas *(zarcillos foliares)* o partes de las hojas. En el guisante amarillo, toda la hoja compuesta se ha convertido en zarcillo. Naturalmente, esto reduce la superficie foliar destinada a la fotosíntesis, pero en la base de la hoja hay dos apéndices, llamados *estípulas,* que suelen tener escaso tamaño; sin embargo, en el caso del guisante amarillo se han desarrollado enormemente y han asumido la función de las verdaderas hojas.
En el guisante de olor, los dos folíolos de la base mantienen su tamaño normal, pero el resto de los folíolos se ha modificado, para formar zarcillos. A consecuencia de ello, los zarcillos están por pares, a excepción del terminal (de la punta). También en este caso las estípulas han asumido la función de las hojas *(estípulas foliáceas)* y, además, el tallo está dotado de expansiones laminares, que aumentan la superficie capaz de realizar la fotosíntesis. En las vezas *(Vicia)*, los folíolos de cada hoja son muy numerosos y sólo unos pocos se han desarrollado para formar zarcillos; por tanto, no necesitan nuevos órganos para completar la fotosíntesis. En el género *Smilax* —una liana—, son las estípulas las que se han trasformado en zarcillos, mientras que las hojas son normales.
La modificación de las ramas para dar zarcillos es menos corriente. La pasionaria o mburucuyá *(Passiflora sp.)* posee este tipo de zarcillos, que nacen, como una rama, de las axilas de las hojas. En la vid y el calabacín, cada zarcillo se desarrolla opuesto a una hoja. Desde el punto de vista anatómico, un zarcillo es, en estos casos, la terminación de una sección del tallo. El crecimiento continúa por el desarrollo de un nuevo brote de la axila de la hoja opuesta.
Los zarcillos de la viña virgen *(Parthenocyssus)*, que es un bejuco, son también, probablemente, terminaciones del tallo. Pero, en vez de enrollarse, se desarrollan formando discos adhesivos. Al entrar en contacto con una superficie sólida, los extremos de los zarcillos se hinchan y se pegan a la superficie, segregando un líquido adhesivo. A continuación, se aplastan y forman los discos.

PLANTAS VOLUBLES

Algunas plantas pueden trepar enrollando sus propios tallos alrededor de un soporte. Al principio, el brote crece recto, pero pronto se dobla y su punta va describiendo círculos cada vez mayores *(circumnutación)*. Este movimiento ayuda a la planta a encontrar un soporte adecuado. En este caso asciende rápidamente.
En los bosques tropicales húmedos, las plantas de tallo voluble *(lianas)* suben sobre los grandes árboles, ejerciendo tales presiones que los troncos de éstos quedan gravemente deformados. En Europa, solamente la *Lonicera* o madreselva rodea los árboles grandes; el resto de las plantas volubles sólo trepa por soportes menos robustos. La dirección del arrollamiento, a la derecha o a la izquierda, es un carácter fijo de cada planta. La madreselva, el lúpulo y la brionia negra (nueza) siempre describen espirales en el sentido de las agujas del reloj *(dextrorsas)*. La correhuela *(Convolvulus)* y las judías giran en sentido contrario *(sinistrorsas)*.
En el berro y las clemátides no son los verdaderos tallos los que giran, sino los pecíolos (rabos) de las hojas. Las hojas permanecen pequeñas mientras se enrolla el sensible pecíolo, por lo que no interfieren con el enrollamiento.
La cúscuta (planta que tiene un parentesco próximo con la correhuela) resulta una verdadera excepción. Es completamente parásita y no elabora por sí misma sus alimentos. Todas sus hojas están reducidas a escamas pequeñas, sin clorofila. La cúscuta describe espirales en sentido contrario a las agujas del reloj, alrededor de los tallos de distintas plantas: por ejemplo, alfalfa, tréboles y brezos. En este aspecto se parece a la correhuela, pero, a intervalos, tiene chupadores *(haustorios)*, que se producen a modo de ramificaciones del tallo, que es filamentoso. Estos chupadores no sólo proporcionan un apoyo más firme, sino que penetran en los tejidos vasculares de la planta hospedante, robando agua y alimentos en beneficio del parásito.



Clemátide o barba de viejo; trepa enrollando los pecíolos de las hojas en los soportes

Correhuela, una planta voluble muy común, que se enrolla en sentido contrario a las agujas del reloj



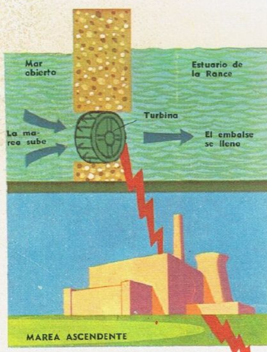
Madreselva, la más conocida de las plantas volubles, que se enrolla en el sentido de las agujas del reloj

ELECTRICIDAD PRODUCIDA POR LAS MAREAS

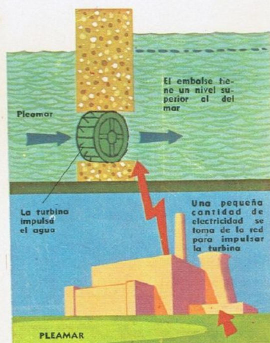
Hasta ahora, el hombre ha hecho muy poco para aprovechar la energía de los mares y utilizarla convenientemente. La central mareomotriz francesa de la Rance, cuando esté terminada, será la única de su estilo, en el mundo, que produzca electricidad a partir del regular flujo y reflujo de las mareas.
Ocurre que, en este lugar particular de la costa francesa, la diferencia entre pleamar y bajamar es lo suficientemente grande para poder hacer funcionar una planta eficaz. En realidad, hay pocos sitios en el globo terrestre donde el nivel del agua sube y baja lo suficiente como para que valga la pena llevar a cabo la operación.
El desnivel entre la pleamar y la bajamar en el estuario de la Rance tiene un valor medio de 11,4 metros y, por otra parte, la electricidad producida puede consumirse inmediatamente en la región. Por estas circunstancias, el proyecto resulta práctico. Dos veces en cada día lunar (24 horas y 50 minutos), una "ola astronómica" llega del Atlántico y penetra en el Canal de la Mancha. Su potencia bruta se ha estimado en 56 millones de caballos - vapor. Aproximadamente, una mitad de esta potencia se pierde en el Canal, al romper las olas y al rozar con el fondo del mar y a lo largo de la costa. Lo que los ingenieros intentan aprovechar con sus centrales mareomotrices es una parte de esta energía perdida.
El principio de la operación, en su conjunto, es sencillo. El hombre lo ha utilizado desde la antigüedad, con ruedas de molino impulsadas por la marea. Un canal, con una compuerta abierta cuando sube la marea, se llenará de agua. Ésta podrá ser retenida cerrando la compuerta y, posteriormente, se utilizará para producir trabajo o para hacer funcionar algún tipo de planta generadora, cuando la marea baje.
Desgraciadamente, esta teoría tan sencilla fallará en la práctica, porque esto significa que sólo se puede producir electricidad cuando la marea está bajando, y una generación momentánea de electricidad en la madrugada no es útil a nadie. Se necesita una producción regular, para suministrar energía en el tiempo preciso, y esto exige una organización mucho más compleja. En realidad, para poder armonizar la producción de electricidad con la demanda se necesita una calculadora que dirija las operaciones de abrir y cerrar las compuertas.

VEINTICUATRO CENTRALES ELÉCTRICAS EN UNA

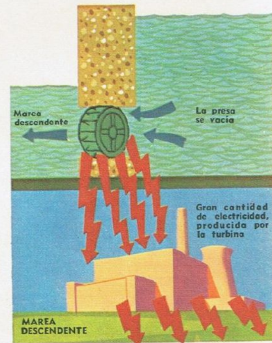
La central de la Rance organiza su producción de electricidad por medio de veinticuatro elementos, que, para el espectador, aparecen como veinticuatro canales que corren a lo largo de una gran presa, construida a través del extremo del estuario de la Rance.
Cuando la marea sube, el agua se precipita dentro de los canales, impulsando las turbinas a su paso. Así se produce mucha menos energía que cuando las presas están vaciándose; pero, a pesar de todo, todavía resulta conveniente. Al final de la marea se utiliza energía de la red ordinaria, para que la turbina siga girando y llene la presa por encima del nivel exterior durante esta operación.
Este aumento extra de nivel es un método



La turbina, que está sumergida y se encuentra en el paso de la corriente de agua, gira, proporcionando una pequeña cantidad de electricidad.



Se toma de la red una pequeña cantidad de electricidad, para elevar artificialmente el nivel del agua en el estuario.



A medida que se vacía el embalse, la turbina produce una gran cantidad de electricidad en el sistema.

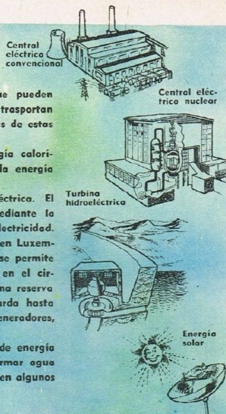
FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Casi toda la energía eléctrica producida actualmente procede de combustibles extraídos de la Tierra, que pueden encontrarse en una u otra forma. Estos combustibles —carbón, petróleo y uranio— se extraen, refinan y trasportan antes de utilizarlos para trasformar el agua en el vapor que hará funcionar los generadores eléctricos. Además de estas fuentes de energía, existen otras —ríos de corriente rápida y el calor procedente del Sol.

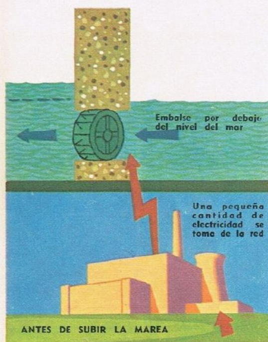
En todos los métodos convencionales, la energía encerrada en el combustible se convierte, primero, en energía calorífica. En el carbón y en el petróleo, lo que se convierte es energía química; en el caso del uranio se utiliza la energía desprendida en la fisión controlada de los núcleos de uranio.

En la instalación de la Rance, la energía mecánica de la marea se convertirá directamente en energía eléctrica. El procedimiento es similar, en principio, a las centrales hidroeléctricas que funcionan en todo el mundo, mediante la energía mecánica que libera el agua al caer de un nivel a otro. Esta energía se convierte directamente en electricidad. Este proyecto de la Rance también se parece mucho a otros de almacenamiento por bombeo, ya en servicio en Luxemburgo (en Vianden) y en el país de Gales (en Ffestiniog). En ambos proyectos, como en el de la Rance, sólo se permite fluir el agua a través de los equipos generadores cuando se requiere, es decir, cuando hay una demanda en el circuito eléctrico. En los proyectos de almacenamiento por bombeo, el agua se hace subir a una colina desde una reserva hasta otra más elevada, en los momentos del día en que no hay una gran demanda de electricidad. Se guarda hasta que la demanda alcanza un máximo y entonces se libera, dejándosela fluir a través de los equipos generadores, para producir un suplemento de energía eléctrica, muy necesario.

Otro ejemplo de conversión de una energía natural es la utilización de la energía solar. Una gran cantidad de energía radiante procedente del Sol alcanza la superficie de la Tierra durante el día y puede utilizarse para trasformar agua en vapor. Este vapor puede hacer funcionar turbinas generadoras. Tales proyectos se han puesto en marcha en algunos lugares de la Unión Soviética.



para obtener algo a partir de nada. Cuesta muy poco tomar electricidad del sistema para hacer subir, artificialmente, el nivel del agua, digamos 50 centímetros más. Pero tres horas después, cuando el nivel del agua en el exterior haya bajado unos 6 metros, esta misma agua tendrá una caída de 6 metros y, en la práctica, podrá proporcionar una energía 12 veces mayor que la empleada para subirla a su posición inicial. El tiempo en que se almacena el agua a este nivel artificial depende de la demanda de electricidad. En el momento oportuno, el agua puede salir hacia el mar y proporcionar así la electricidad a la red.
La turbina que convierte el flujo de agua en una corriente eléctrica utilizable está sumergida y se encuentra en el paso de la corriente de agua. Está rodeada de agua por todas partes y posee una gran hélice, que es impulsada por la corriente. La hélice es de láminas ajustables, que pueden orientarse de modo que se adapte a las condiciones imperantes. Se puede llegar a la turbina sumergida por medio de un túnel con una escalera.
Cuando una presa se ha vaciado y alcanzó el nivel de la marea que la rodea, se toma otra vez un poco de energía de la red para producir un sobrevaciado. Entonces, el ciclo completo puede empezar nuevamente.
Cada pequeña central funciona independientemente de las demás, para responder a las distintas necesidades de corriente, según las diferentes mareas. El número de ciclos diversos que se pueden utilizar en el curso de un mes es variable, permitiendo, así, una adaptación a las más diversas demandas de electricidad y el mejor aprovechamiento de toda clase de mareas.
Es necesario tener en cuenta el hecho de que las mareas se retrasan 50 minutos cada día y no tienen siempre la misma amplitud. Se calcula que la producción anual de la central será de unos 540 millones de kilovatios-hora por año, producción muy pequeña para una central eléctrica. Pero el combustible no faltará nunca y la planta será una experiencia útil para decidir si se puede emplear el mismo principio en otro lugar del globo terráqueo.

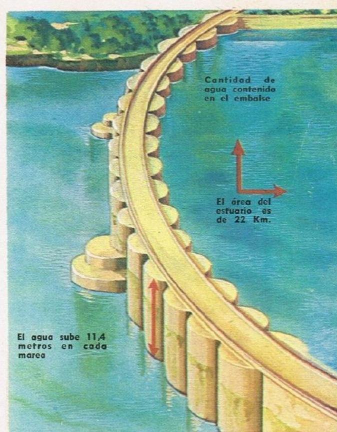


Cuando el embalse está vacío, se toma un poco de electricidad para hacer girar la turbina y vaciar todavía más la presa.

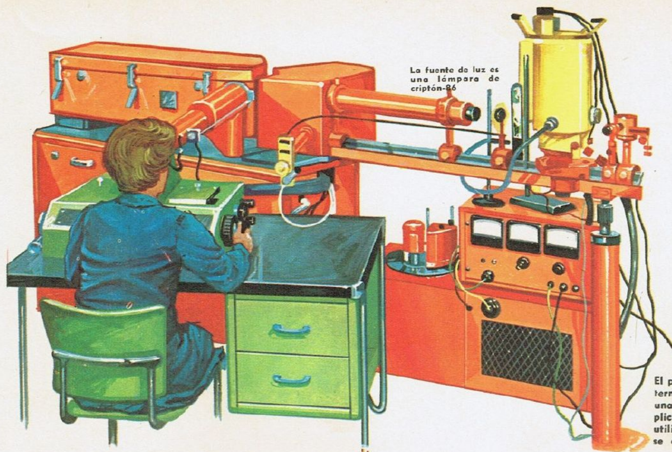
LA ELECCIÓN DE UN LUGAR

La energía básica de una central eléctrica mareomotriz depende de dos factores: la superficie del canal en el que se retiene el agua y la diferencia entre la pleamar y la bajamar. Por tanto, conviene elegir un lugar en el que este valor sea el más grande posible.

El estuario de la Rance tiene una superficie de 22 kilómetros cuadrados y el nivel del agua varía 11,4 metros, como valor medio, en cada marea, lo que significa una cantidad de agua de 184 millones de metros cúbicos que entra y sale dos veces al día. El Mediterráneo no podría utilizarse nunca para producir energía eléctrica, ya que la marea sólo hace variar el nivel del mar en pocos decímetros.



Dos veces al día pasan 184 millones de metros cúbicos a través de la presa, cayendo de una altura de 11,4 metros y proporcionando energía. Se eligen los momentos del día en que se necesita más electricidad —las horas de máximo consumo.

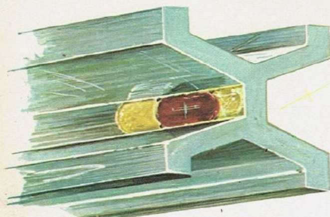


El procedimiento práctico para determinar la longitud de onda de una determinada luz es muy complicado. El instrumento que se utiliza, mostrado a la izquierda, se denomina "interferómetro".

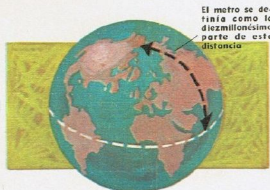
LA LONGITUD DEL METRO

Desde los tiempos más remotos, el hombre se ha visto obligado a medir longitudes y distancias. En principio utilizó los instrumentos de medida más sencillos; así, no ha de extrañarnos que midiese la altura de un caballo, por ejemplo, en palmos, y que otras de las unidades de más amplio uso fuesen el pie y la pulgada. Después se impusieron distintas unidades de definición arbitraria, relacionadas con la magnitud de los cuerpos que era necesario medir. Pero cuando la ciencia y la técnica se fueron desarrollando, resultó indispensable el establecimiento de una longitud patrón. En Francia adoptaron el *sistema métrico decimal* poco después de la Revolución. La idea era determinar una unidad básica de longitud, que sirviera de prototipo para unificar las medidas en todo el mundo. Los científicos franceses escogieron una longitud bastante conocida a la sazón y de la que podía pensarse que no se alteraría con el tiempo: la circunferencia de la Tierra. El *metro* se definió, originalmente, como la diezmillonésima parte del cuadrante de un meridiano terrestre, distancia que podía ser calculada con cierto grado de exactitud. Una vez definido, se procedió a registrar su longitud correspondiente sobre una barra metálica.

Los metros patrones se guardan, en todo el mundo, en laboratorios especiales. Tienen una sección en forma de X, para impedir que los deforme su propio peso. Las marcas que limitan el metro se han hecho en ambos extremos, sobre sus partes planas, como se observa en la ilustración.



El metro se definió, originalmente, como la diezmillonésima parte de la distancia existente entre el Polo Norte y el ecuador, medida sobre la superficie de la Tierra. Una fracción de esta distancia se midió, con este propósito, por el procedimiento de triangulación.



La mayor parte de las determinaciones del metro, en función de la longitud de onda de la luz, se hizo utilizando la luz roja emitida por los átomos de cadmio.
Esta luz se consideraba entonces satisfactoria, puesto que su longitud de onda estaba bien definida, es decir, era un espectro constituido por líneas muy finas. Para lograr una mayor exactitud (anillos de interferencia mejor definidos) se necesitaba una fuente que proporcionase líneas espectrales aún más finas. Entonces, se descubrió que los átomos del isótopo del gas criptón de peso atómico 86 proporcionaban líneas espectrales verdaderamente estrechas. La definición de metro actualmente aceptada se expresa en términos de la longitud de onda emitida por el criptón-86. El número de longitudes de onda de la luz del criptón contenidas en un metro es de 1.650.764,08.

Esta medida se señaló sobre una barra de platino iridiado, que aún se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de Sèvres, Francia. Esta barra ha llegado a ser el metro patrón, prototipo internacional del metro. El *metro internacional* se define, pues, como la distancia existente entre dos líneas marcadas sobre esta barra, a la temperatura de fusión del hielo. Para conseguir que la distancia existente entre estas dos marcas se mantenga constante, se han tomado cuidadosas precauciones. La barra tiene una sección en forma de X, para evitar que su propio peso la deforme. Las marcas se realizaron en ambos extremos, sobre partes planas de la barra.

El metro patrón de Sèvres ha servido como prototipo de otras muchas copias, que se guardan en otros tantos laboratorios distribuidos por todo el mundo. La distancia existente entre las dos marcas del metro patrón es, por definición, el metro. Pero, ¿cuál es su longitud? Si por cualquier azar desapareciesen el metro patrón y todas sus copias, ¿cómo podría reproducirse de nuevo la longitud del metro en su exacta medida? Medir la distancia desde el ecuador al Polo Norte y dividir por 10 millones no sería, ciertamente, el método más adecuado, pues, con toda seguridad, no obtendríamos medidas reproducibles. Existe en la naturaleza un patrón de longitud que no se modifica, y cualquier científico puede medirlo, en todas las partes del mundo, con gran exactitud. Este patrón es la longitud de onda de la luz emitida por los átomos de cadmio o criptón, cuando son excitados en un tubo de descarga. La luz es una clase de movimiento ondulatorio, cuyas ondas electromagnéticas tienen una *frecuencia* bien definida (número de vibraciones por segundo).

La *longitud de onda* (distancia entre dos máximos consecutivos) es una magnitud constante y característica de cada tipo de luz, siempre que ésta atraviese el mismo medio, y alcanza su máximo valor en el vacío. Cuando el índice de refracción del medio se hace mayor, la longitud de onda disminuye. La longitud de onda de determinada frecuencia es mayor en el agua que en el vidrio, debido a que el índice de refracción del vidrio es mayor que el del agua. Si excitamos, entonces, un átomo dado, para que emita luz de una determinada frecuencia, y se hace pasar la luz emitida a través de un medio de cierto índice de refracción, su longitud de onda quedará perfectamente determinada.

La longitud de onda del cadmio puede utilizarse como el patrón universal inmutable que se necesitaba como unidad de longitud. Es, desde luego, una unidad minúscula, pero que, sin embargo, puede ser medida con una considerable exactitud.

Entonces, el metro patrón puede ser expresado como un múltiplo de la longitud de onda de la luz que elijamos como patrón. El número que relaciona ambas unidades ha sido determinado por *interferometría*.

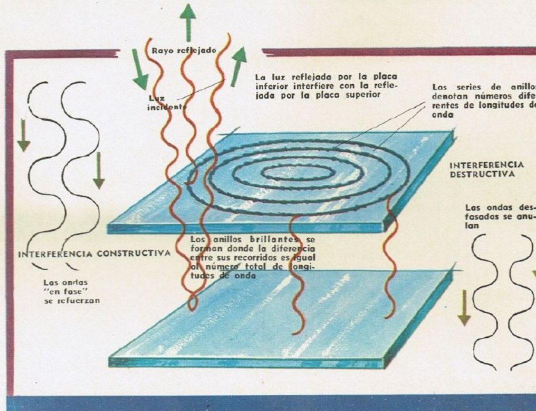
MEDIDA DE LA NUEVA UNIDAD

Cuando los astrónomos miden la distancia de una estrella lejana, primero determinan la distancia de otro astro más cercano —como, por ejemplo, el Sol— y utilizan este dato para averiguar la distancia de otra estrella más distante. Este segundo valor se utiliza posteriormente en la medida de la distancia de la estrella lejana.

Un procedimiento similar se efectúa para la determinación del número de longitudes de onda contenidas en un metro. Primero se calcula este número para una pequeña fracción sencilla del metro, tal como 6,25 cm. (1/16 de un metro). A continuación, se mide una serie de longitudes (12,5, 25 cm.) por comparación, hasta alcanzar la longitud total. La distancia final hallada se compara entonces con la longitud del metro patrón. Este tipo de medida ha sido efectuado varias veces por diversos científicos, utilizando fundamentalmente el mismo método, que consiste en contar el número de ondas necesario para "rellenar" la distancia entre dos placas de vidrio paralelas. Los detalles de estas medidas son bastante complicados, pero todos se atienen al mismo principio: el de contar *franjas de interferencia*.

Un haz de luz monocromática (una sola longitud de onda), se hace incidir en la primera superficie de la placa. Parte de esta luz se refleja, mientras que otra atraviesa la placa, para pasar al espacio comprendido entre ambas placas de vidrio. La luz reflejada por la segunda placa se mezcla con la reflejada por la primera. Si la distancia entre las dos superficies presenta un valor adecuado, los máximos de ambos haces de luz coinciden y la intensidad total resulta reforzada. Si los máximos de uno coinciden con los mínimos del otro, los dos haces de luz interfieren destructivamente, formándose entonces una serie de anillos oscuros y luminosos. Si la luz incide sobre la placa en todas las direcciones, sólo los rayos de luz que tengan un cierto ángulo de incidencia recorrerán una misma distancia entre las dos placas. Donde estos haces de luz corten la superficie de la placa, aparecerá un anillo brillante siempre que la distancia entre ambas placas sea de un número entero de longitudes de onda. Se formará entonces una serie de anillos, que corresponderá a los haces de luz que tengan, en el trayecto comprendido entre las dos placas, un número entero de longitudes de onda.

Si acercásemos las dos superficies reflectoras obtendríamos un gran número de anillos, que nos daría el número de longitudes de onda comprendido en esa distancia. En la práctica, este número no se cuenta uno a uno; se deduce de la medida de los anillos mediante una serie de complicados procedimientos matemáticos y experimentales, efectuados cuidadosamente.



Un haz de luz monocromática (de una sola longitud de onda) se hace pasar a través de dos placas de vidrio. Parte de esta luz es reflejada por la superficie superior de la primera placa y el resto la atraviesa, para ser reflejada, a su vez, por la superficie superior de la segunda placa. Los dos rayos reflejados interfieren. Si en un cierto punto de la placa superior los máximos de uno coinciden con los del otro, ambos haces se interfieren constructivamente y aparece una zona brillante. Si los rayos inciden en todas las direcciones, existen siempre ángulos de incidencia bien determinados, en los que se producen anillos brillantes sobre la placa superior. A estos anillos corresponden haces de luz cuyos trayectos entre las placas son distintos números enteros de longitudes de onda.

Si las placas están en contacto no se producen interferencias y, por tanto, no aparece ningún anillo brillante. A medida que vamos separando las placas, van formándose anillos luminosos. Si fuésemos contando el número de anillos formados a medida que vamos aumentando —desde cero hasta un metro— la distancia entre las placas, obtendríamos el número de veces que la longitud de onda de la luz utilizada está contenida en un metro.

Aunque, prácticamente, las longitudes de onda no pueden contarse así, este hecho es la base del método utilizado en la práctica. El número de longitudes de onda comprendidas entre una pequeña separación de placas se calcula, primero, comparando los anillos formados por luces de distinta longitud de onda, para lo que hay un procedimiento matemático. Después se hace pasar la luz a través de dos sistemas de este tipo y se calcula la diferencia entre los trayectos de ambos sistemas. El proceso se repite con sistemas mayores, hasta que se llega a uno cuya distancia entre placas es de un metro. El metro así calibrado se compara entonces con el metro patrón, usando un microscopio.



ANIMALES QUE CAMBIAN DE COLOR

Si se coloca un camaleón de color oscuro sobre una rama con hojas, parecerá que, en quince minutos, se hace invisible. Este animal es uno de los que se protegen cambiando de color, para confundirse con el ambiente. El cambio de color (mimetismo cromático) es un proceso fisiológico que depende de una redistribución de los pigmentos de la piel.

Casi todos los animales que pueden cambiar de color tienen células especiales, llamadas *cromatóforos*, que contienen los pigmentos coloreados. Los pigmentos de los insectos, sin embargo, se encuentran distribuidos en células ordinarias. Los cromatóforos —entre los cuales, los más conocidos son los *melanóforos*— reaccionan con la luz y, en menor grado, con la temperatura. Aunque, en ciertos animales, las verdaderas células coloreadas se expanden y se contraen, es más corriente que el pigmento esté acumulado en el centro de la célula o que se extienda en ramificaciones.

Hay dos distintos tipos de respuesta de las células coloreadas. Una de ellas, llamada *respuesta directa* o *primaria*, está originada por la luz que incide sobre las mismas células. Una luz intensa ocasiona la expansión del pigmento y el color del animal se hace más oscuro. Con luz más tenue, aquél se contrae y el animal palidece.

En el otro tipo de respuesta —*indirecta* o *secundaria*— están implicados los ojos y el cerebro. Cuando los ojos detectan un fondo oscuro, llegan mensajes a las células coloreadas, que provocan su expansión y producen una coloración más oscura. Un fondo luminoso produce, de modo similar, una concentración de los pigmentos. Las respuestas primaria y secundaria no actúan, pues, siempre en el mismo sentido.

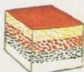
Los mensajes dirigidos a las células coloreadas pueden ser impulsos nerviosos directos, que proceden del cerebro, o éste puede provocar la formación de hormonas, que actúan sobre las células coloreadas. En muchos animales, las células coloreadas son controladas, a la vez, por el influjo nervioso directo y por la acción de hormonas.

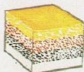
En todos los invertebrados, excepto en los calamares y sus afines (jibias y pulpos), el cambio de color es debido a la acción de ciertas hormonas. Los langostinos que se encuentran sobre un fondo de arena se confunden tan bien con él, que sólo algún movimiento puede revelar su presencia. Su coloración está controlada por numerosas células pigmentadas, repartidas en toda la superficie del cuerpo. Unas células pequeñas, que contienen pigmentos amarillos, son muy abundantes. Otras, portadoras de un pigmento rojo, abundan sobre todo alrededor de la cola. Células mayores, que contienen ambos pigmentos, forman bandas y placas. Por fin, hay células grandes, que contienen pigmentos blanco-opaco y rojo.

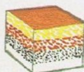
Un langostino, sobre un fondo arenoso, tiene los pigmentos amarillos y blancos expandidos, lo que le da una apariencia moteada que lo confunde con la arena. El pigmento rojo se encuentra contraído en pequeños puntos.

Los langostinos situados sobre un fondo de algas son más oscuros —el pigmento rojo está expandido, y el blanco, contraído—. Si tomamos estos langostinos de color os-

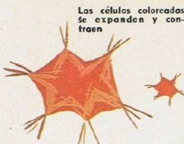

Negro expandido


Rojo expandido

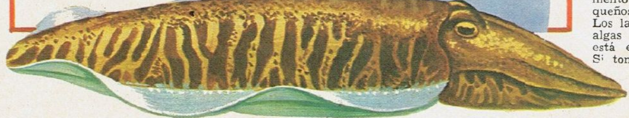

Amarillo expandido


Rojo y amarillo expandidos

La jibia ("Sepia") y sus afines, calamares y pulpos, son los representantes del reino animal que cambian de color con más rapidez. Los pigmentos —negro, rojo y amarillo— están encerrados en pequeñas células de la piel. Las células con pigmento negro se encuentran en el interior, y las amarillas, en el exterior. Cada célula coloreada tiene sus propios músculos, que, bajo la acción de un estímulo, provocan su expansión o su contracción. Los músculos son activados por impulsos nerviosos, que llegan directamente del cerebro. Esta reacción es mucho más rápida que la producida por la secreción de hormonas.

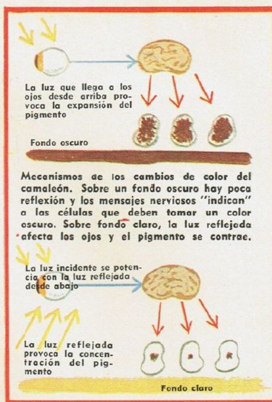

Las células coloreadas se expanden y contraen


Tres aspectos que puede tomar la jibia, en rápida sucesión





Los camaleones —especialistas del cambio de color— pueden disimularse en una gran variedad de fondos.



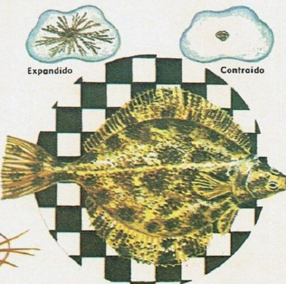
Mecanismos de los cambios de color del camaleón. Sobre un fondo oscuro hay poca reflexión y los mensajes nerviosos "indican" a las células que deben tomar un color oscuro. Sobre fondo claro, la luz reflejada afecta los ojos y el pigmento se contrae.

curo y los colocamos sobre un fondo de arena, en ellos se produce un cambio asombroso. El pigmento rojo se contrae en puntos, el amarillo se contrae un poco y el blanco se expande. En una hora o dos el cambio es más o menos completo, pero ha de trascurrir un día, aproximadamente, para que la adaptación sea total. El cambio inverso ocurre con la misma facilidad. Esta mutación de color es, sobre todo, indirecta y depende de las señales recibidas por los ojos. Sin embargo, existe una respuesta directa importante en las células coloreadas. Si se colocan los langostinos sobre un fondo de arena, a plena luz, no se adaptarán nunca totalmente, pues ésta hace que el pigmento rojo se expanda un poco.

Para los cambios de color, en los peces funcionan, a la vez, el control nervioso y el hormonal. Los impulsos nerviosos son, normalmente, la causa de los cambios rápidos en respuesta al cambio de fondo. Las hormonas efectúan la adaptación final al color. Peces planos, como la platija y el rodaballo, son bien conocidos por su habilidad para cambiar de color. Contienen un pigmento negro junto con otros, que van del amarillo al rojo. Las combinaciones entre ellos bastan para producir una semejanza con cualquier fondo natural. La platija y el rodaballo pueden, incluso, remedar relativamente bien un tablero de ajedrez, si los colores se encuentran en su piel. Un control tan detallado de los colores es posible únicamente mediante estímulos nerviosos.

Como las hormonas llevadas por la sangre pasan por todo el cuerpo, un control hormonal sólo puede producir un cambio de color total en todo el cuerpo.

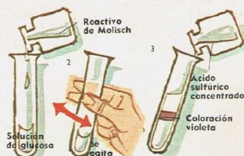
Los anfibios, como la rana, oscurecen o aclaran su piel según el fondo. Este mecanismo está controlado por hormonas. Algunos reptiles sólo poseen control hormonal de color; pero otros, entre los que puede incluirse el camaleón, disponen también de control nervioso. La piel del camaleón tiene varias capas: una parda o negra en la base, seguida de otras blancas o azules (producidas por efectos ópticos) y una capa de células pigmentadas amarillas. Las combinaciones entre estas capas distintas producen colores que van desde el amarillo, a través de verdes y azules-verdosos, hasta el pardo y el negro. Cada célula coloreada se encuentra conectada con un nervio y el cambio de color puede sobrevenir muy rápidamente. En la oscuridad, los camaleones tienen un color más bien claro, pero expuestos a la luz intensa toman un color más oscuro. Los ojos están estimulados por la luz y envían mensajes a la piel para oscurecerla. La luz intensa actúa sobre unos receptores especiales de la piel y una acción refleja provoca el oscurecimiento. La luz reflejada que procede de un fondo de color claro estimula los ojos de modo distinto y provoca la contracción de las células coloreadas, que dan entonces un color pálido. Sin embargo, si hay mucha luz, esta acción no contrarresta totalmente la reacción de oscurecimiento y el animal no palidece por completo.



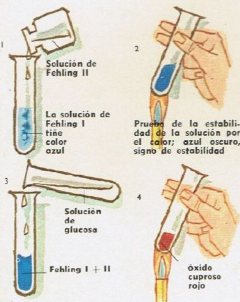
Una platija puede parecerse a algunos fondos artificiales. Las células coloreadas están controladas por nervios, pero las mismas células no cambian de tamaño. El pigmento se mueve en su interior. Cuando está expandido, produce un color de conjunto oscuro, de modo análogo a como grandes puntos negros en un periódico determinan áreas oscuras, y pequeños puntos, más claros.

Langostinos sobre fondos de arena y de algas. El cambio de color es provocado por hormonas que actúan sobre las células coloreadas rojas, blancas y amarillas.



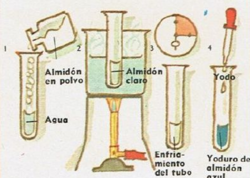


La prueba de Molisch da un resultado positivo con todos los hidratos de carbono solubles. Se añaden dos gotas de reactivo a unos cinco mililitros de solución de glucosa y se agita la mezcla. Una cantidad igual de ácido sulfúrico concentrado se vuelca cuidadosamente por las paredes del tubo, inclinado para evitar la mezcla. En la capa de separación aparece un color rojo violeta.



Los azúcares que se oxidan fácilmente (o sea, los azúcares reductores) reducen las soluciones de cobre y forman óxido cuproso rojo o amarillo, dependiendo de las condiciones de reacción (velocidad de reducción, etc.). Reactivos típicos son el licor de Fehling, el reactivo de Benedict y el de Barfoed.

ENSAYO PARA ALMIDÓN



Prueba para el almidón. Al agregar unas gotas de solución de yodo a la solución de almidón, se produce un característico color azul oscuro de yoduro de almidón. El almidón puede extraerse fácilmente de la patata o de otros productos que lo contengan.

ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS

Los tres componentes principales de la dieta —hidratos de carbono, grasas y proteínas— pueden reconocerse por ensayos especiales, característicos de cada uno. Casi todos estos ensayos son químicos y revelan sus principales características químicas.

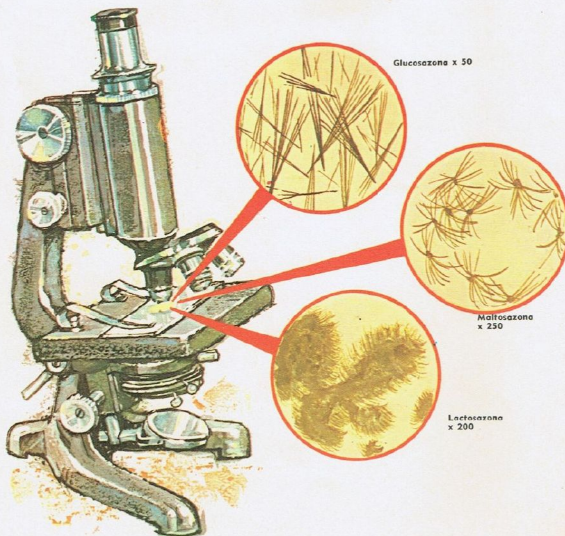
Varios ensayos químicos con los azúcares sencillos (glucosa y fructuosa, por ejemplo) indican que se oxidan muy fácilmente y tienen propiedades reductoras similares a las de los aldehídos y las cetonas. Con los reactivos de *Fehling* y *Benedict* dan precipitados característicos, cuyos colores dependen de la concentración de azúcar presente. De igual modo, el nitrato de plata amoniacal se reduce, dando un espejo de plata metálico en el interior del tubo de ensayo. Un estudio más profundo ha revelado que la glucosa contiene el radical —CHO, característico de los aldehídos, mientras que la fructosa contiene el $=$ CO, característico de las cetonas; a consecuencia de ello, la glucosa es clasificada como una *aldosa,* y la fructosa, como una *cetosa.*

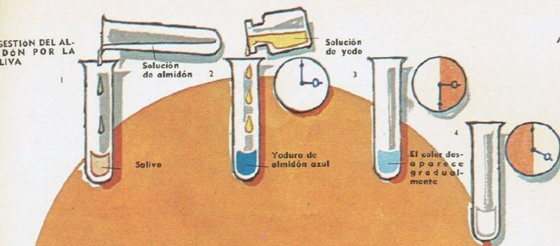
Algunos disacáridos (como la maltosa) se oxidan también fácilmente y se llaman *azúcares reductores;* en cambio, otros; como la sacarosa, no se oxidan tan fácilmente y se llaman *no reductores.*

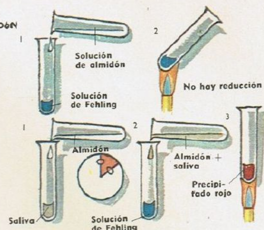
Otros ensayos dan resultados característicos con hidratos de carbono más complejos. Por ejemplo, unas gotas de yodo añadidas a una solución de almidón producen una coloración azul negruzca, debido a la formación de yoduro de almidón.

También existen ensayos de identificación

Algunos azúcares, como la glucosa, maltosa y arabinosa, forman osazonas con fenilhidrazina. Éstas cristalizan en sólidos amarillos. La figura muestra la apariencia característica de tres osazonas. Si el azúcar se encuentra en pequeña cantidad, la forma del cristal queda modificada por la presencia de impurezas. Los cristales de glucosazona presentan una forma redondeada, en vez de la acicular.

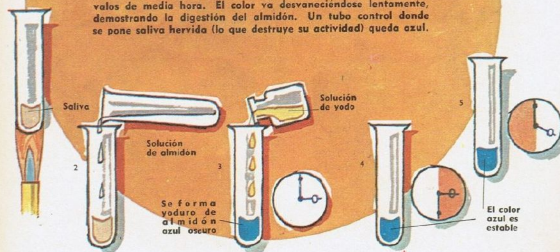






Digestión del almidón. En un tubo de ensayo, unas gotas de almidón se añaden a un poco de saliva. Se agregan unas gotas de yodo y aparece el color azul característico de yoduro de almidón. Se deja la mezcla en un tubo y se observa a intervalos de media hora. El color va desvaneciéndose lentamente, demostrando la digestión del almidón. Un tubo control donde se pone saliva hervida (lo que destruye su actividad) queda azul.

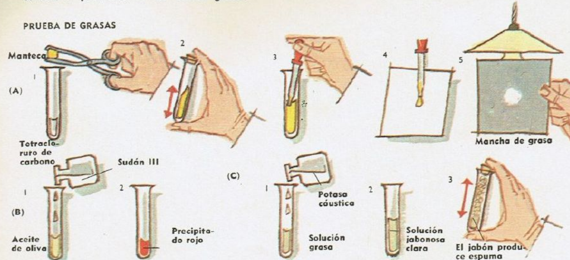
El almidón da un resultado negativo con el reactivo de Fehling; pero después de la digestión con saliva, el resultado es positivo, demostrando así que el almidón ha sido hidrolizado para dar un azúcar reductor.



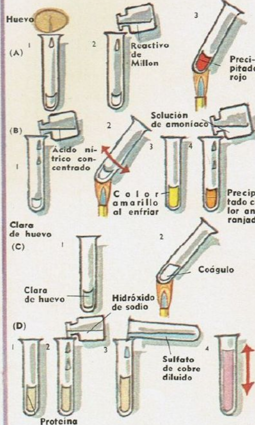
para grasas y proteínas. Si se agita una grasa con tetracloruro de carbono y se coloca una gota de este líquido en un papel blanco limpio, se observa una mancha de grasa en el papel cuando el disolvente se ha evaporado. La adición de un álcali, como potasa cáustica, produce una solución jabonosa, que forma espuma al agitar. Si se añade una gota del colorante Sudán III a una grasa, aparece una coloración roja. Otro reactivo, el de Millon, produce un precipitado rojo con las proteínas.

Los ensayos químicos pueden aplicarse a una variedad de alimentos, como clara de huevo, leche, uvas, zanahorias, cebollas, guisantes, porotos, etc., para identificar las sustancias alimenticias contenidas en ellos. De esta manera, se puede determinar con cierta precisión su valor nutritivo. Moliendo semillas u órganos de reserva de las plantas puede extraerse, mediante disolventes adecuados, el alimento contenido en estas partes y, de esta forma, averiguar ciertos aspectos del metabolismo de las plantas.

(A) Las grasas dan una "mancha de grasa" si se deja evaporar una gota de solución que las contenga en un material que las disuelva, como el tetracloruro de carbono. (B) 2 ó 3 gotas de reactivo Sudán III dan un precipitado característico. (C) La adición de potasa cáustica u otros álcalis a las grasas produce una solución jabonosa clara, que forma espuma al agitarla. Los jabones son las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos.



(A) Unas gotas de clara de huevo (hervida) con reactivo de Millon dan un coágulo rosa, indicador de proteínas. (B) La clara de huevo da un precipitado blanco cuando se le



añaden unas gotas de ácido nítrico concentrado. Al hervir resulta un color amarillo, y si al enfriar la mezcla se añaden unas gotas de solución de amoníaco, se forma un precipitado naranja, indicador de proteínas. (C) Las proteínas se alteran con el calor, dando un coágulo característico. Esto le sucede a la clara de huevo al ser hervida. (D) Prueba del Biuret. La adición de una solución muy diluida de sulfato de cobre a una mezcla de volúmenes iguales de "solución" de proteínas y de hidróxido de sodio da un color variable, desde el rojo púrpura al rosa tenue.

RAZÓN DE COMPRESIÓN

Desde su primera época, el automóvil ha sido mejorado en su diseño. Incluso los modelos actuales más económicos pueden funcionar de modo eficiente con un reducido consumo de gasolina.

Uno de los perfeccionamientos logrados a través de los años ha sido la adopción gradual de motores con una *razón de compresión* cada vez mayor.

En el motor de combustión interna, la ignición de una mezcla de aire y de gasolina, en forma de vapor, provoca una expansión brusca del volumen de gas en el cilindro. Esto tiene como consecuencia que el pistón sea impulsado en un movimiento de expansión; este movimiento se trasforma, finalmente, en un avance del automóvil. El gas, que al principio ocupaba un volumen muy pequeño, ha experimentado una expansión considerable, y este incremento de volumen da una idea acerca del rendimiento del motor.

$$\text{La relación } \frac{\text{Volumen final del gas encerrado}}{\text{Volumen inicial del gas encerrado}}$$

se llama *razón de compresión* del motor. En general, cuanto mayor sea la razón de compresión, más eficaz será el motor y menor el consumo de gasolina. Aumentar la razón de compresión es bastante sencillo. Mientras que las razones de compresión de los antiguos modelos de serie eran, únicamente, del orden de 5, muchos modelos modernos tienen motores con una razón de compresión de 8,5. Pero existe un límite práctico para el valor de la razón de compresión que es posible alcanzar. Viene impuesto por el comportamiento de la mezcla aire-gasolina; en particular, por su tendencia a la detonación cuando la compresión es grande.

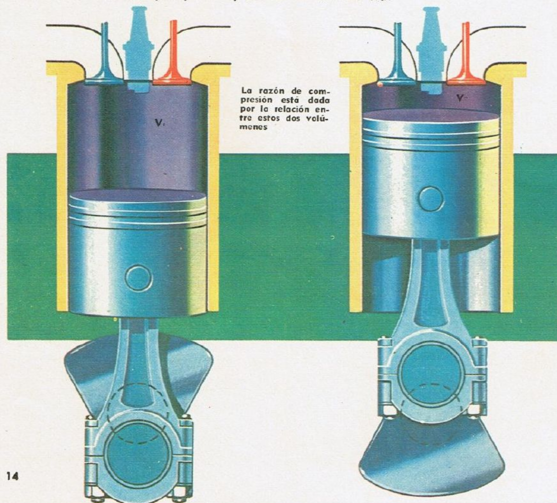
Cuando un motor funciona bien, la ignición de la mezcla debe proceder de una chispa en la bujía, que se propaga rápidamente a través del volumen del gas. Si la razón de compresión es demasiado elevada, una parte del gas resulta sobrecomprimido, se sobrecalienta y estalla. Esto es la causa de un funcionamiento ineficaz y laborioso del motor, porque el pistón recibe un impulso suplementario en un momento inoportuno (como si se empujara hacia abajo un columpio de niño cuando todavía no se encuentra en la parte más alta de su recorrido).

Esto sucede únicamente cuando se utiliza cierto tipo de gasolina. El golpeteo no ocurre si se emplea gasolina de un *índice de octano* lo suficientemente elevado. Se pueden mezclar gasolinas de síntesis y naturales para obtener un determinado valor del índice de octano.

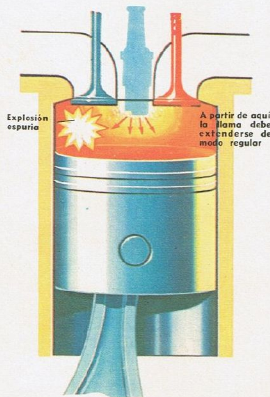
Por ejemplo, el heptano puro (C_7H_{16}) tiene escasa resistencia a la detonación; en cambio, el isooctano puro (C_8H_{18}) tiene una resistencia más elevada. Las gasolinas se ensayan y clasifican, mezclando estos dos líquidos para observar el comportamiento de la mezcla como base de comparación. Se utiliza un motor especial para estas pruebas, en el que se puede valorar la razón de compresión, y se averigua a qué valor de la razón de compresión ocurre la detonación (para la gasolina que se está probando). Entonces, se hace funcionar el mismo motor con una mezcla de octano y heptano y se comprueba cuál es la composición que empieza a producir detonaciones. Por ejemplo, se puede descubrir que una mezcla que contiene un 75 % de octano produce detonaciones precisamente cuando se alcanza la razón de compresión a que antes aludimos. Se dice, entonces, que la gasolina tiene un índice de octano de 75. Una gasolina de 100 octanos tiene la misma resistencia a la detonación que el isooctano puro al 100 %.

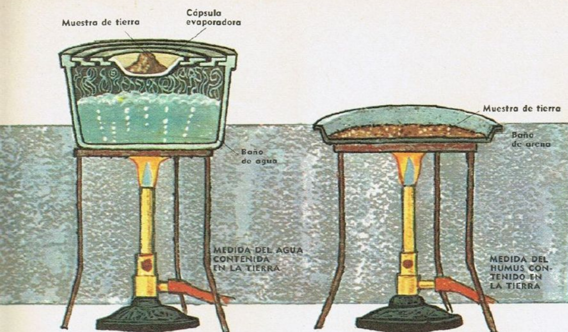
La resistencia a la detonación se puede aumentar utilizando ciertos *aditivos;* el más corriente es el tetraetilo de plomo.

La razón de compresión del motor es la relación entre los volúmenes de aire y gasolina vaporizada, encerrados en el cilindro al principio (V_1) y al final del recorrido (V_2).



Si la razón de compresión es demasiado elevada para la gasolina que se utiliza, se produce detonación. Parte de la mezcla se inflama antes de que la alcance el frente de llama, originando una explosión espuria.



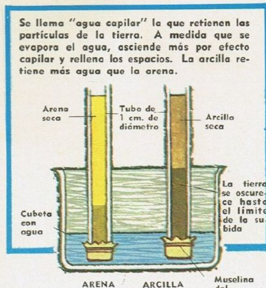


(Izquierda) El agua contenida en una muestra de tierra puede determinarse calentando un peso conocido de ella en un platillo evaporador dispuesto sobre un baño de agua. La muestra se pesa a intervalos, hasta que se consiguen los mismos resultados en pesadas sucesivas. La diferencia entre la primera pesada y la final representa el contenido en agua de la muestra. (Derecha) A continuación, la tierra seca se calienta suavemente en un recipiente de barro. Las sustancias orgánicas contenidas en ella se convierten en CO_2 y agua. Esta posterior pérdida de peso se debe a la desaparición del humus de la muestra.

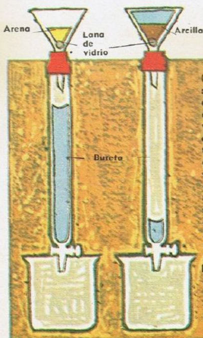
EXPERIMENTOS CON TIERRA

La tierra se compone de "esqueleto" y "carne". El "esqueleto" consiste en partículas minerales procedentes de la erosión de las rocas. La "carne" está formada por agua, aire, sales minerales y materiales orgánicos en descomposición, que recubren las partículas o rellenan los espacios existentes entre ellas.
Aunque la "carne" es vital para la vida de los vegetales y de los animales que en ella habitan, el "esqueleto" resulta también muy importante. Las partículas minerales proporcionan una base para las raíces vegetales y, además, la estructura en donde pueden llegar a acumularse el agua, el aire, etc. La eficacia de esta estructura depende, en gran parte, del tamaño de las partículas que constituyen el suelo. Las más abundantes son las arenas gruesas de diámetro comprendido entre 0,21 y 2 milímetros. Después, en tamaños decrecientes, las siguen la arena fina, el cieno y la arcilla (normalmente, las gravas, partículas de más de 2 milímetros de diámetro, no son importantes). En general, todas las tierras contienen partículas de todos los tipos, aunque se encuentran presentes en proporciones variables. En los *suelos arenosos,* más del 70 %

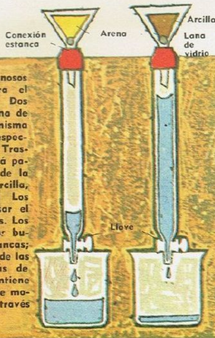
Se llama "agua capilar" la que retienen las partículas de la tierra. A medida que se evapora el agua, asciende más por efecto capilar y rellena los espacios. La arcilla retiene más agua que la arena.



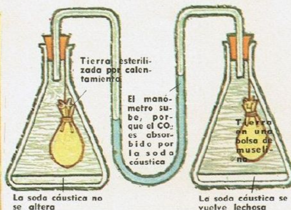
A través de la tierra arcillosa sólo ha pasado una pequeña cantidad de agua a la bureta; la arena es mucho más permeable



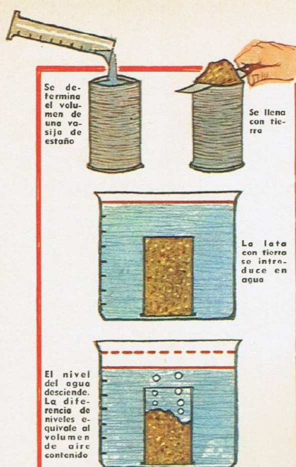
La poca permeabilidad de la arcilla para el aire impide que la bureta de la derecha se vacíe tan rápidamente como la de la izquierda



(Izquierda) Los suelos arenosos son más permeables para el agua que los arcillosos. Dos embudos taponados con lana de vidrio se llenan hasta la misma altura de arcilla y arena, respectivamente. Se añade agua. Transcurrido algún tiempo, habrá pasado más agua a través de la arena que a través de la arcilla, menos porosa. (Derecha) Los suelos arenosos dejan pasar el aire mejor que los arcillosos. Los embudos se conectan a las buretas mediante juntas estancas; cuando se abren las llaves de las buretas, el agua cae más de prisa de la bureta que contiene arena, porque el aire puede moverse más fácilmente a través de ella.



El suelo contiene organismos vivos. Esto se puede comprobar porque desprende bióxido de carbono. Las muestras de tierra esterilizadas por calentamiento no desprenden bióxido de carbono.



MEDIDA DEL AIRE DE LA TIERRA

La cantidad de aire de un volumen de tierra conocido se mide fácilmente. Se averigua la capacidad de una vasija de lata y se llena de tierra "clavándola" en el suelo. La vasija se introduce en un recipiente con agua. La diferencia entre los niveles inicial y final se debe al volumen de aire contenido.

de su masa está constituida por arenas finas o gruesas, mientras que presentan un porcentaje de arcillas inferior al 20 %. Los suelos arcillosos, en cambio, están formados por más del 40 % de partículas arcillosas. Las partículas mayores (arenas y sedimentos térreos) son, normalmente, fragmentos procedentes de la fractura de algún mineral, casi siempre *cuarzo*. El cuarzo (bióxido de silicio, SiO_2) es muy resistente a la descomposición y, aunque puede pulverizarse en trozos pequeños, no es atacado químicamente. Por otra parte, las diminutas partículas arcillosas se están produciendo continuamente por descomposición química de otros minerales, por ejemplo, carbonatos, feldespatos y micas.

El tamaño, relativamente grande, y la forma irregular de los granos de arena hacen que éstos no se mantengan completamente juntos. Entre ellos quedan espacios vacíos considerablemente grandes; de hecho, el 50 % del volumen total de un suelo arenoso está ocupado, en realidad, por los granos. Esta alta porosidad supone que los suelos arenosos tienen buenas condiciones de drenaje y aireamiento. Un drenaje demasiado rápido puede ser una desventaja, puesto que arrastraría las sales minerales esenciales.

Las partículas arcillosas, mucho más pequeñas, forman una masa más compacta. Los espacios que dejan entre ellas son también más pequeños, por lo que no se facilita el drenaje y se encharca la tierra. El pequeño tamaño de las partículas significa también que el área de su superficie total es enorme. Por ejemplo, unos 30 gramos de arcilla presentan una superficie total de granos de 25.000 metros cuadrados. Estas pequeñísimas partículas adquieren propiedades coloidales en sus superficies, por lo que tienden a formar una masa glutinosa. Los cienos tienen también estas características, aunque en grado mucho menor, pero las arenas no las presentan.

Las diferentes proporciones del tamaño de las partículas tienen una notable influencia sobre muchas de las propiedades del suelo, como veremos en algunos experimentos.

TRATAMIENTO DE LOS SUELOS EXTREMOS

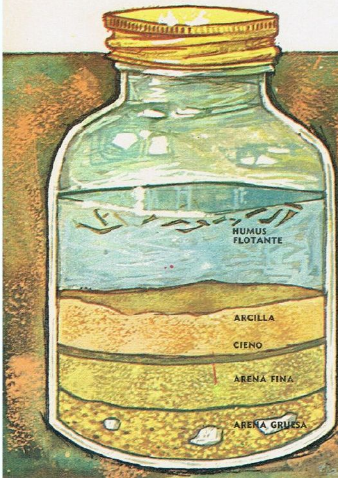
Los suelos mantienen relaciones muy estrechas con las rocas subyacentes. Una pizarra da lugar a un suelo muy arcilloso, mientras que una arenisca origina un suelo muy arenoso. Esta regla no se cumple cuando los suelos están depositados directamente sobre las rocas por medio del viento, del agua o del arrastre del hielo.

Los inconvenientes de los suelos excesivamente arcillosos o arenosos se van a poner de manifiesto mediante unos experimentos. Los suelos arenosos son demasiado porosos. Están bien aireados y no llegan a encharcarse; pero, en cambio, la penetración inmediata del agua arrastra las sales minerales útiles y, por otra parte, en la época cálida se secan rápidamente. El mejor método para conseguir que el agua se retenga consiste en la adición de humus. Éste recubre los granos y los une.

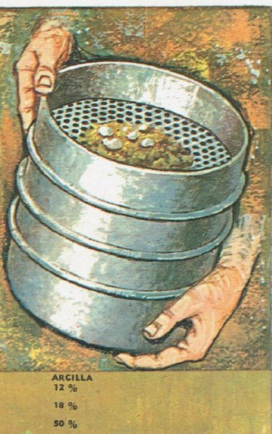
Los suelos arcillosos son húmedos y compactos. La distancia entre las partículas es tan pequeña que el agua que las envuelve se sostiene por su propia tensión superficial. Esto puede suponer una ventaja en épocas de sequedad, pero fuera de ellas da lugar a un suelo fangoso, cuyo trabajo se hace difícil y molesto.

El agua ocupa completamente los pequeños intersticios que median entre los granos de arcilla, por lo que estos suelos no son permeables al aire. La consecuencia es un insuficiente suministro de oxígeno para las raíces de las plantas y para los organismos que viven en la tierra. El suelo puede acidificarse por la carencia de oxígeno; entonces, la materia orgánica sólo se descompone parcialmente.

La adición de cal o humus mejora los suelos arcillosos. Por alguna razón aún desconocida, a las diminutas partículas se aglomeran pequeños agregados o migas. Éstas se comportan como los granos mayores de los suelos arenosos. Consecuentemente, mejoran la ventilación y el drenaje, los suelos se hacen mucho más *ligeros* y, de esta manera, resulta más fácil trabajarlos



Un análisis elemental de la tierra se consigue agitándola en un frasco con agua. Primero caen al fondo las partículas pesadas. El porcentaje de partículas de diferentes tamaños se puede estimar aproximadamente. También pueden ser utilizados tamices cuidadosamente graduados.



	ARENA	CIENO	ARCILLA
Suelo arenoso	70 %	18 %	12 %
Marga	55 %	27 %	18 %
Suelo arcilloso	30 %	20 %	50 %

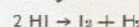
PRINCIPIO DE LE CHATELIER

Cuando se cuece un pastel, se realiza un *proceso irreversible*. Los ingredientes —harina, grasa, levadura, azúcar y otros aditivos— se han mezclado y calentado, resultando virtualmente imposible volver a separarlos. En química existen también varios procesos irreversibles. Si se calienta una mezcla de azufre y de limaduras de hierro, se forma un compuesto químico: sulfuro de hierro. Este proceso no se puede invertir para volver a dar hierro y azufre. Pero hay un gran número de procesos que son *reversibles*. Por ejemplo, si se mezclan hidrógeno y vapor de yodo, se forma el compuesto ácido yodhídrico.



$$H_2 + I_2 \rightarrow 2\,HI$$

Hay una diferencia importante entre esta reacción y la de formación del sulfuro de hierro. Consiste en que siempre hay dos caminos para la reacción reversible. Mientras las moléculas de hidrógeno y de yodo se están uniendo para formar moléculas de ácido yodhídrico, las de éste se están disociando para formar yodo e hidrógeno:



$$2\,HI \rightarrow I_2 + H_2$$

La reacción reversible se escribe así:

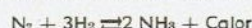


$$H_2 + I_2 \rightleftarrows 2\,HI$$

Las proporciones finales de hidrógeno, yodo y ácido yodhídrico obtenidas en la reacción (es decir, en el *equilibrio*) pueden alterarse variando la temperatura o la presión de los gases, o la concentración de los mismos. ¿Cómo es posible predecir la forma en que estos factores influirán en las proporciones finales? Es evidente que sería muy útil responder a la pregunta anterior, pues el esclarecimiento de este problema tendría influencia en el rendimiento de las reacciones químicas de interés industrial.

La respuesta está dada por un principio establecido en 1888 por Henry Le Chatelier. Postuló que, si hay un cambio en un factor externo que afecta una reacción reversible, la reacción responderá oponiéndose a dicho cambio.

En la formación reversible de amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno se combinan cuatro moléculas (una de nitrógeno y tres de hidrógeno) para dar dos de amoníaco, desprendiéndose calor en la reacción.



$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2\,NH_3 + \text{Calor}$$

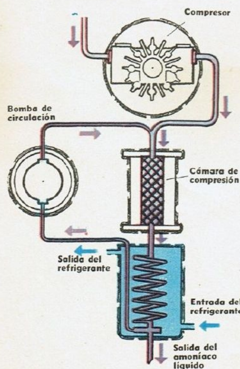
¿Qué efecto tendrá sobre esta reacción un cambio en la presión? Cuando se forma amoníaco, hay una reducción en el número de moléculas y, por tanto, una reducción en la presión. De esta forma, de acuerdo con el principio de Le Chatelier, un aumento en la presión externa se traducirá en un aumento del número de moléculas de amoníaco formadas, puesto que, de esta manera, se contrarresta el efecto de la presión. Entonces, un aumento en la presión incrementará el rendimiento en amoníaco.

El rendimiento está sujeto también a la influencia de la temperatura. De acuerdo con el principio anterior, una temperatura *baja* produce un *aumento* en el rendimiento de amoníaco, porque se debe producir más calor para contrarrestar la temperatura baja exterior, y esto va acompañado por un incremento en la producción de amoníaco.

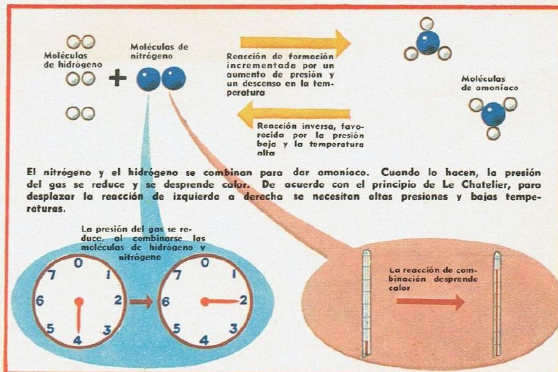
Pero aquí surge una complicación, porque, si bien es verdad que la *proporción* final de moléculas de amoníaco aumenta, la disminución de temperatura reduce la *velocidad* de reacción y ésta necesita más tiempo para completarse.

Por esta razón, la temperatura, en la producción industrial de amoníaco, se mantiene aproximadamente sobre los 500°C.

Finalmente, el cambio en las concentraciones también tiene efecto sobre el rendimiento en el equilibrio. Por ejemplo, si se añade nitrógeno, el principio de Le Chatelier predice que, para contrarrestarlo, la reacción se desplazará de *izquierda a derecha* y se formará más amoníaco. Lo mismo ocurre si se añade hidrógeno o elimina amoníaco.



Con el proceso Haber se fabrica amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno. El compresor produce las altas presiones (más de 100 atmósferas), pero las temperaturas no se mantienen demasiado bajas, puesto que la reacción, en este caso, se realizará lentamente.



El nitrógeno y el hidrógeno se combinan para dar amoníaco. Cuando lo hacen, la presión del gas se reduce y se desprende calor. De acuerdo con el principio de Le Chatelier, para desplazar la reacción de izquierda a derecha se necesitan altas presiones y bajas temperaturas.

INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAFÍA: FILTROS Y PELÍCULAS

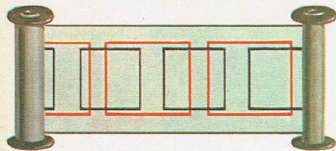
Entrar en un comercio de implementos fotográficos y pedir una película es como entrar en una zapatería y pedir, simplemente, un par de zapatos. El vendedor no podrá servirnos si no conoce algún detalle adicional. ¿La película está destinada a fotografiar en color o en blanco y negro? ¿Qué se desea fotografiar? Estos detalles son importantes, y, de acuerdo con ellos, se elegirá una película rápida o lenta. Estos motivos principales deben considerarse cuando se adquiere una película. El principiante comienza, en general, con blanco y negro *(monocromo)*.

TAMAÑO DE LA PELÍCULA

El *tamaño* de la película depende del tipo de cámara. Las cámaras de rollo suelen usar películas de 127, 120 ó 620 (número clave para expresar el diámetro del carrete). El tamaño conveniente está indicado en las instrucciones o en la misma cámara. Las pequeñas cámaras actuales trabajan con película de cine de 35 mm. de ancho.
En la actualidad, ciertas cámaras automáticas utilizan cargas de película que se colocan completas y no es necesario manipularlas. Los rollos fotográficos son de longitud fija. El número de imágenes que se puede obtener depende del tipo de cámara. Mientras unas hacen ocho exposiciones, otras hacen dieciséis, más pequeñas, en el mismo rollo. Las películas de 35 mm. pueden comprarse con las diversas longitudes.

VELOCIDAD DE LA PELÍCULA

La *velocidad* o sensibilidad de la película usada depende del uso a que se la destine. Para recoger imágenes en movimiento, el obturador sólo se abre durante muy poco tiempo y se necesita una película de gran velocidad. Debe ser capaz de reaccionar con la pequeña cantidad de luz que penetra mientras el obturador está abierto. En los casos en que se puede hacer una exposición mayor (por ejemplo, en fotografía de objetos en reposo) se suele usar una película con menor sensibilidad.



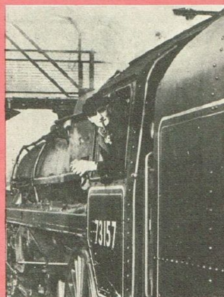
Rollo de película que muestra la diferencia de tamaño de los negativos obtenidos, según la cámara empleada.

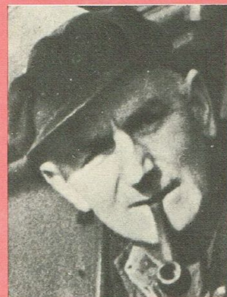
La "velocidad" de la película se indica, casi siempre, en la caja. Las unidades normalmente utilizadas son las de la American Standards Association (ASA), las alemanas (DIN) o las del British Standards Institution (BS). Casi todas las películas traen impresas sus características en una o varias unidades. Cuanto más alto sea el número, más rápida será la película, y la menor exposición produce buenos resultados.
También se diferencian las películas en lo que se denomina *contraste o gradación*. Una película *blanda* (bajo contraste) tiende a difuminar los contrastes, mientras que una *dura* (alto contraste) mostrará gran contraste entre luz y sombras. Con este fenómeno se relaciona la *latitud de exposición*. Si una película se expone más o menos tiempo del recomendado, no por ello se perderá necesariamente la fotografía. Se puede obtener una buena fotografía, aunque el negativo sea oscuro o más claro que lo normal. Sin embargo, no hay mucha latitud cuando las películas son "duras" o cuando el tema presenta muchos contrastes.
¿Por qué no son rápidas todas las películas? Por diferentes causas. Una de ellas es que muchas cámaras sólo disponen de obturadores lentos. Una película muy rápida estaría expuesta demasiado tiempo en dichas cámaras y se perdería irremisiblemente. Otro factor muy importante es la existencia del grano.

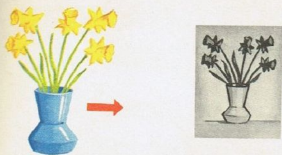
TIPO DE GRANO DE LA PELÍCULA

El material sensible a la luz es una capa de cristales de bromuro de plata. Cuando la luz incide sobre ellos, tienden a descomponerse y a depositar pequeños granos de plata. En el momento de la exposición sólo se deposita una pequeña cantidad de plata; pero después, durante el proceso del revelado, todos los cristales que han sido afectados se convierten en plata. Los lugares del negativo que fueron más afectados por la luz se oscurecen más, y las partes no expuestas permanecen blancas. Las partes oscuras del negativo corresponden a las claras en la fotografía final.
Durante el revelado, las partículas de plata tienden a depositarse juntas. Estos agregados aparecen como finos puntos negros en el negativo, que, por esta causa, ya no es adecuado para una ampliación. Este tipo de granos es indeseable y debe ser evitado. El fabricante procura que los cristales sean sumamente pequeños, en la medida de lo posible. Con métodos de revelado especiales se logra que los granos no se hagan demasiado grandes, pero es necesario modificar la exposición, para compensar el cam-

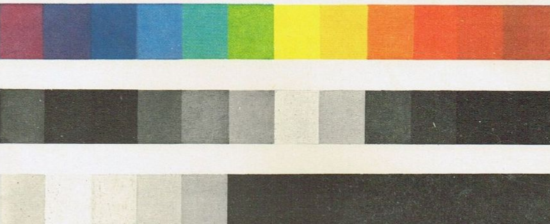
Efecto del grano. La fotografía de la izquierda no está muy ampliada y no se observa el efecto del grano. A la derecha, la misma fotografía, de la que se ha ampliado una pequeña parte, para apreciar el efecto del grano. Si se necesitan tales ampliaciones, debe usarse una película más lenta con grano más fino.







Un florero azul con flores amarillas se habría fotografiado así con una película primitiva. Sólo el azul habría afectado la película, como se observa a la derecha.



(Arriba) Los colores del espectro. (Centro) Reproducción correcta en tonos de gris. (Abajo) Así habría reproducido el espectro una película antigua; sólo le afectaba el extremo azul. Las modernas películas pancromáticas, usadas con un filtro amarillo, reproducen correctamente los colores.

bio en el revelado. Los cristales finos necesitan una mayor exposición para dar un buen negativo, y una exposición demasiado corta dejaría la película subexpuesta.

Para exposiciones cortas se necesita una película rápida, en la que es imposible evitar un tamaño grande de grano. Para fabricar una película rápida se debe aumentar en lo posible la sensibilidad; esto se consigue agrandando el tamaño del grano. Durante el proceso de la fabricación de la película se permite crecer juntos a los granos de bromuro de plata, y así se agregan. Si alguna parte del agregado es afectada por la luz se puede desarrollar todo él, produciendo un área oscura en el negativo. La película es más sensible a la luz (o más rápida) que otra de grano fino. Las películas rápidas tienen más grano y no se amplían bien. Para conseguir ampliaciones libres de grano hay que usar la película más lenta posible para el tema elegido.

SENSIBILIDAD AL COLOR EN LAS PELÍCULAS EN BLANCO Y NEGRO

Una película monocromática reproduce una escena coloreada como una serie de grises más o menos claros. La luminosidad de los colores afecta la película en distintas proporciones. Las emulsiones primitivas eran sólo sensibles al extremo azul del espectro. La luz azul oscurecía los negativos y las fotografías hechas con estas películas mostraban pálidos los objetos azules, y oscuros los demás.

Se descubrió después que la adición de algunos colorantes *(sensibilizadores)* a la emulsión la hacía sensible a otros colores del espectro. Es posible, incluso, hacer sensible una película a los rayos infrarrojos invisibles. La película *pancromática*, tan usada hoy, es sensible a todos los colores, pero su sensibilidad al azul es todavía más elevada. Para conseguir buenos resultados es necesario un *filtro* amarillo. Éste detiene toda o parte de la luz azul e impide que afecte el negativo. Los objetos azules aparecen oscuros en éste. Un filtro amarillo es imprescindible si se trata de fotografiar un tema con nubes. Sin él, el cielo saldrá muy pálido en la fotografía, a causa del efecto de la luz azul, y las nubes no resaltarán.

El filtro amarillo es el más útil, pero se emplean otros para efectos especiales. Algunas películas (sobre todo, las muy rápidas) son ultrasensibles al rojo y los objetos de este color aparecen muy pálidos. Un filtro verde o verde-amarillo detendrá la luz roja, y los objetos rojos aparecerán oscuros en la fotografía. Un filtro verde es también muy útil para establecer contrastes entre objetos rojos y verdes, pues siempre cortará (disminuirá) el efecto de la luz roja. Un filtro incoloro ultravioleta es esencial para fotografiar en regiones montañosas. En estas zonas hay mucha luz ultravioleta y puede afectar la película, dando lugar a nubosidades en la fotografía. El filtro impide que la luz ultravioleta llegue a la película. Los filtros ultravioletas son incluso más importantes en fotografía de color. Si la luz ultravioleta incide sobre el negativo, en la fotografía aparece un tono azulado, inexistente en la escena original.

Los filtros se fabrican con láminas de vidrio coloreado o con capas de gelatina colocadas entre capas de vidrio óptico incoloro; incluso, con varias capas de gelatina coloreada. El color debe ajustarse exactamente, de modo que se eliminen las longitudes de onda de la luz indeseada. Los filtros se colocan delante del objetivo, a presión o atornillados.

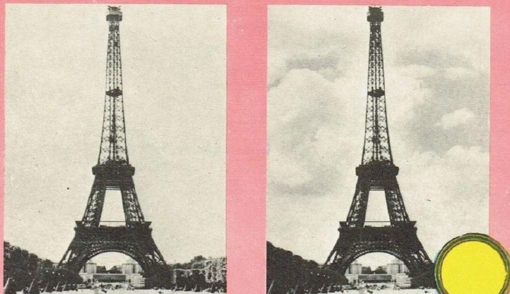
Como los filtros cortan parte de la luz, se necesita una mayor exposición o una mayor apertura. Las instrucciones de manejo incluyen, normalmente, el *factor de filtro*, o sea, el valor en que se debe incrementar la exposición para contrarrestar el efecto del filtro.

TABLA DE EQUIVALENCIAS

ASA	BS	DIN
8	20	10
16	23	13
32	26	16
50	28	18
64	29	19
125	32	22
200	34	24
500	38	28

Tabla de equivalencias de velocidades de película en los tres tipos de unidades. En la escala ASA, un número doble indica doble velocidad. En la escala BS, la velocidad se duplica para una diferencia de tres grados. La escala DIN es diez unidades menor que la BS. Cada escala se calculó con un criterio diferente en la medida de la velocidad de la película.

Fotografías tomadas con y sin filtro amarillo (derecha e izquierda, respectivamente). Al detener el filtro la luz azul del cielo, éste aparece oscuro y se pueden ver las nubes.



CAPACITORES EN SERIE Y EN PARALELO

Si los capacitores eléctricos se conectan unos al lado de otros (en *paralelo*), su capacidad es la suma de las capacidades individuales. La corriente eléctrica no puede pasar a través del capacitor porque éste equivale a un espacio vacío en el circuito eléctrico. Sin embargo, la carga eléctrica puede acumularse en las grandes superficies (placas) que se encuentran a ambos lados del hueco. Cuanto mayor sea el área de las placas, mayor será su *capacidad*. O sea, se puede acumular más carga.

La *capacidad* de un capacitor también indica su aptitud para dejar pasar corrientes eléctricas alternas. La carga puede fluir, alternativamente, de una a otra de las placas, atrayendo, cada vez, cargas de distinto signo en una placa.

La conexión de capacitores en paralelo agranda el área a cada lado del espacio vacío. Si se conectan en paralelo tres capacitores —C_1, C_2 y C_3—, la capacidad total $= C_1 + C_2 + C_3$.

Pero si los capacitores están conectados unos a continuación de otros (en *serie*), la capacidad total disminuye, pudiendo hacerse menor que la capacidad de uno solo de ellos. Las cargas eléctricas son atraídas por varios espacios vacíos (huecos) del circuito, en lugar de uno solo, como ocurre en el caso de un solo capacitor. El mayor número de espacios vacíos (huecos) hace más difícil la trasferencia. De hecho, la capacidad de un capacitor es *inversamente proporcional* a la magnitud del espacio vacío. Inversamente proporcional significa que, cuando el tamaño del espacio vacío *crece*, la capacidad *disminuye*.

Se puede escribir de otra forma:

La capacidad es proporcional a

$$\frac{1}{\text{magnitud E. vacío}}$$

También se puede expresar:

$\frac{1}{\text{capacidad}}$ es proporcional al tamaño del espacio vacío.

Cuando los capacitores se conectan en serie, se suman los tamaños de sus espacios vacíos. La magnitud total del espacio vacío es:

$$\text{E. vacío total} = \text{E. vacío}_1 + \text{E. vacío}_2 + \text{E. vacío}_3$$

y la capacidad total es la inversa, o sea:

$$1/C\ \text{Total} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$$

Esta es la regla para calcular las capacidades en serie.

Dos capacitores en paralelo

0,04 µF — 0,04 µF

$C_{Total} = C_1 + C_2$

$C_{Total} = 0{,}04\mu F + 0{,}04\mu F$

$C_{Total} = 0{,}08\mu F$

µF = Microfaradio, una unidad usual de capacidad

10 µF — 2 µF — 160 µF

$$\frac{1}{C_{Total}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_{Total}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{2} + \frac{1}{160}$$

$$\frac{1}{C_{Total}} = \frac{16 + 80 + 1}{160}$$

$C_{Total} = 1{,}65\ \mu F$

C_3 — C_2 — C_1 — C_{Total}

El área de esta placa es igual a la suma de las áreas de cada una de las placas individuales

Tres capacitores en paralelo: $C_{Total} = C_1 + C_2 + C_3$

Este espacio vacío es igual a la suma de los espacios vacíos de los tres capacitores

C_1 — C_2 — C_3 — C_{Total}

Tres capacitores en serie: $1/C_{Total} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$

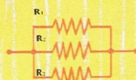
Resistencias en serie:

$R_{Total} = R_1 + R_2 + R_3$



Resistencias en paralelo:

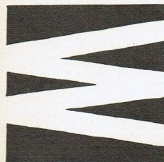
$1/R_{Total} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$



La unidad básica de capacidad es el faradio, unidad muy grande. Resulta igual a la cantidad de carga eléctrica (en culombios = amps. × tiempo) necesaria para aumentar el potencial o tensión del capacitor en un voltio. Esta unidad es tan grande que la capacidad de la tierra resulta inferior a la milésima de faradio. Para usos prácticos se utilizan el microfaradio (µF) —una millonésima de faradio— y el picofaradio (pF) —la millonésima de la millonésima de faradio.

Las fórmulas para los capacitores en paralelo y en serie son similares a las de las resistencias en serie y en paralelo, respectivamente.

FABRIL 19-11-65



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

CONSERVACIÓN DE FLORES

La floricultura es una actividad que tiene mucho de artesanía y de experiencia tradicional, pero que, en síntesis, constituye una ciencia susceptible de progresar extraordinariamente si se apoya en postulados y fenómenos científicos. Un aspecto importante de la floricultura es el del tratamiento y conservación de las flores cuando éstas ya han sido cortadas y están en el mercado.
Ciertas flores, como las rosas, duran muy poco tiempo —apenas un día— una vez separadas del rosal; otras, como las camelias, sólo resisten algunas horas en el florero. Son productos, como vemos, muy perecederos. Sin embargo, constituyen un artículo bastante costoso, muy difundido en algunos países, que da base a una industria de elevado alcance económico, a la que deben su bienestar o medio de vida multitud de familias, tanto en el ámbito urbano como en el rural.
Que las flores cortadas duren más tiempo del normal es un aspecto de extraordinaria importancia, no sólo para el productor y el distribuidor, a quienes evitaría pérdidas, sino también para el consumidor, que podría gozar más horas del grato ambiente que ellas proporcionan. Por otra parte, es muy posible que el artículo se abaratara y fuese asequible a mayor cantidad de gente.
La química y la biología han venido en auxilio de la floricultura y, desde hace algunos años, se encuentran en el mercado fórmulas más o menos afortunadas para conservar las flores. Aunque todas ellas se mantienen en un secreto relativo y protegidas por numerosas patentes, que ocultan en su confuso texto la fórmula eficaz, vamos a explicar las líneas generales en que se basan casi todos los conservadores de flores.
En estos productos se combinan tres tipos de sustancias químicas:
a) sustancias para la nutrición;
b) retardadores o inhibidores del metabolismo vegetal;
c) germicidas, para evitar la putrefacción por hongos, bacterias y algas.
Respecto a los nutrientes, es necesario advertir que los productos más aconsejables para las plantas cortadas no son, precisamente, los mismos que se utilizan para las plantas enraizadas en el jardín o en la maceta; es decir, los nutrientes de las flores no son los fertilizantes o abonos de las plantas. Como materias nutritivas, suelen utilizarse compuestos con grupos carbonilos, u otros que las flores puedan metabolizar y trasformar en carbonilos; con este objeto, los conservadores incluyen, generalmente, una gran proporción de azúcares, como sacarosa o dextrosa.
Para retardar los procesos vitales de las plantas cortadas, que tienen como objeto inhibir los procesos catabólicos o degenerativos que conducen a la muerte de la flor, se emplean sustancias fenólicas; parece ser que la clave fundamental de estos productos radica en la existencia de un anillo bencénico en la molécula, con un grupo oxidrilo, como mínimo, fijo a él; teóricamente, para este fin podrían servir la hidroquinona, la floroglucina y otros fenoles análogos.
Como germicidas, que inhiben los procesos fermentativos y de putrefacción en el agua del florero, se pueden utilizar algunas aminas, la hidrazina y, sobre todo, los amonios cuaternarios; estos productos, a la vez que preservan de los gérmenes, aportan a la planta cierta cantidad de nitrógenos que resulta beneficiosa.
Las proporciones relativas de todas estas sustancias en una fórmula conservadora pueden ser las siguientes:

Sacarosa	99 %
Hidroquinona	0,25 %
Cloruro de diisobutil-fenoxi-etoxi-etil-dimetil-bencil-amonio	0,75 %

Este producto debe agregarse al agua de las flores en una proporción del 2 %.
Según algunas informaciones, con este tipo de productos se consigue doblar la vida de las flores y, en algunos casos, cuadruplicarla.
Otra cuestión interesante es la coloración de las flores por medios artificiales. Se han conseguido productos que, agregados al agua de flores blancas, comunican a éstas, en pocas horas, deliciosos matices de varios colores; el hecho tiene gran importancia económica y ornamental, pues permite que vulgares flores de estirpes blancas se conviertan en ejemplares atractivos y exóticos. Existen algunas casas estadounidenses que realizan ya esta práctica; hace pocos años compraban para su distribución un 40 % de flores blancas y el 60 % de flores de colores; en la actualidad, adquieren el 80 % de flores blancas (que tiñen en su mayoría) y el 20 % de auténticas flores de colores. Aunque el proceso se conserva en un riguroso secreto industrial, parece que el tinte idóneo debe estar cargado negativamente, y que el grupo cromóforo del mismo es el anión. Todavía no se ha podido conseguir un tinte que comunique color negro a los pétalos.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.
Por eso, esta ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, que en un principio se había programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.
Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de TECNIRAMA, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la búsqueda y consulta de cualquier artículo.

ELECTRICIDAD

¿Cómo se pueden resolver los problemas de electricidad que les adjunto? M. H. L.

Se trata de calcular la resistencia total de cada uno de los circuitos que nos ha enviado; hoy resolveremos los más sencillos —el 1 y el 2— y en futuros números de TECNIRAMA iremos resolviendo los restantes, pues todos ellos son muy instructivos y de interés general para los lectores, que podrán afianzar sus conocimientos básicos de electricidad.
Los dos circuitos que representamos en la figura equivalen, aunque organizados de otra forma, a los que Ud. nos envió.

Problema 1

Resistencia del conductor superior (tres resistencias en serie):

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

Resistencia del conductor inferior (dos resistencias en serie):

$$R' = R_4 + R_5$$

Resistencia total del conjunto (dos resistencias en paralelo: **R** y **R'**):

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \quad ; \quad \text{operando: } R_T = \frac{R \times R'}{R + R'}$$

Sustituyendo los valores de **R** y **R'**, queda:

$$\boxed{R_T = \frac{(R_1 + R_2 + R_3)\,(R_4 + R_5)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5}}$$

Problema 2

Resistencia entre los puntos **1** y **2** (dos resistencias en serie):

$$R = R_1 + R_2$$



CORREO DE LECTORES

Resistencia entre los puntos **2** y **3** (tres resistencias en paralelo):

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

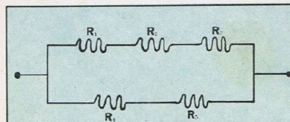
Operando:

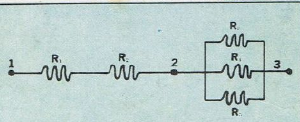
$$R' = \frac{R_3 \times R_4 \times R_5}{R_4 \times R_5 + R_3 \times R_5 + R_3 \times R_4}$$

Resistencia entre los puntos **1** y **3**, o lo que es lo mismo, resistencia total del conjunto (dos resistencias en serie: **R** y **R'**):

$\mathbf{R_T = R + R'}$, sustituyendo los valores de **R** y **R'**, queda:

$$R_T = R_1 + R_2 + \frac{R_3 \times R_4 \times R_5}{R_4 \times R_5 + R_3 \times R_5 + R_3 \times R_4}$$



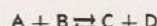


Y PARA CONCLUIR...

DEDUCCIÓN DE LA LEY DE ACCIÓN DE MASAS

En varios artículos de TECNIRAMA se ha explicado que la mayoría de las reacciones químicas son reversibles. En algunos casos, parece que esto no se cumple, porque la velocidad del proceso inverso es tan pequeña que se alcanza el equilibrio cuando las sustancias reaccionantes de partida están prácticamente agotadas; en estas condiciones, el equilibrio (momento en que la velocidad de la reacción directa es igual a la de la inversa) está muy desplazado en sentido directo y la reacción parece completa. También se ha dicho que la reversibilidad de las reacciones se expresa gráficamente por dos flechas paralelas de sentidos contrarios, que corresponden a los dos procesos —directo e inverso—. Vamos a deducir una fórmula o ley que resuma, de forma simple, los fenómenos que suceden en un equilibrio químico.

Consideremos la reacción hipotética:



$$A + B \rightleftarrows C + D$$

Se sabe que las velocidades de reacción son proporcionales a las masas de las sustancias reaccionantes o, lo que es lo mismo, a sus concentraciones; por tanto, lo serán también al producto de ellas.

En consecuencia, la velocidad de reacción del proceso directo (V_1) se puede escribir:

$$V_1 = K_1 \times [A] \times [B]$$

y, análogamente, la del proceso inverso será:

$$V_2 = K_2 \times [C] \times [D]$$

siendo K_1 y K_2 las constantes de proporcionalidad respectiva. Los corchetes significan concentración de la sustancia correspondiente, que se expresa siempre en moles por litro.

Como en el equilibrio las dos velocidades de reacción son iguales, se verifica:

$$K_1 \times [A] \times [B] = K_2 \times [C] \times [D]$$

y, ordenando convenientemente esta igualdad, se obtiene:

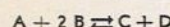
$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{[C] \times [D]}{[A] \times [B]}$$

Puesto que el cociente de las dos constantes es otra constante, en definitiva queda:

$$K = \frac{[C] \times [D]}{[A] \times [B]}$$

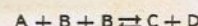
Ésta es la expresión más simple de la **Ley del equilibrio químico** o **Ley de acción de masas,** que fue enunciada por Guldberg y Waage en el año 1869. A la constante **K** se le llama **constante de equilibrio.**

Para el caso de una reacción en la que los productos no reaccionaran mol a mol se tendría, por ejemplo:



$$A + 2\,B \rightleftarrows C + D$$

o lo que es lo mismo:

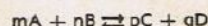


$$A + B + B \rightleftarrows C + D$$

Entonces, la constante de equilibrio sería:

$$K = \frac{[C] \times [D]}{[A] \times [B] \times [B]} = \frac{[C] \times [D]}{[A] \times [B]^2}$$

Y, análogamente, para el caso más complicado:



$$mA + nB \rightleftarrows pC + qD$$

La expresión general de la Ley de acción de masas se escribe:

$$K = \frac{[C]^p \times [D]^q}{[A]^m \times [B]^n}$$

Ello quiere decir que, cuando se alcanza el equilibrio químico, a una temperatura determinada, la relación entre el producto de las concentraciones molares de las sustancias formadas y el de las sustancias reaccionantes es una cantidad constante; las concentraciones han de estar elevadas a un exponente igual a su coeficiente en la reacción. Esta ley, como otras de la química, es una ley límite que **sólo se cumple idealmente.** Para aplicarla a procesos reales, en los que se precisan cálculos muy exactos, hay que introducir en ella unos factores de corrección (factores de actividad); esto es necesario porque existen fuerzas atractivas entre las moléculas (cohesión), que modifican las posibilidades de reacción de las sustancias del sistema y no se han tenido en cuenta al deducir la ley. De lo anterior se desprende que la ley de acción de masas, tal como la hemos enunciado, sólo se puede aplicar correctamente cuando sean despreciables las interacciones moleculares, es decir, en el caso de **disoluciones diluidas o de gases poco concentrados.**

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	45.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

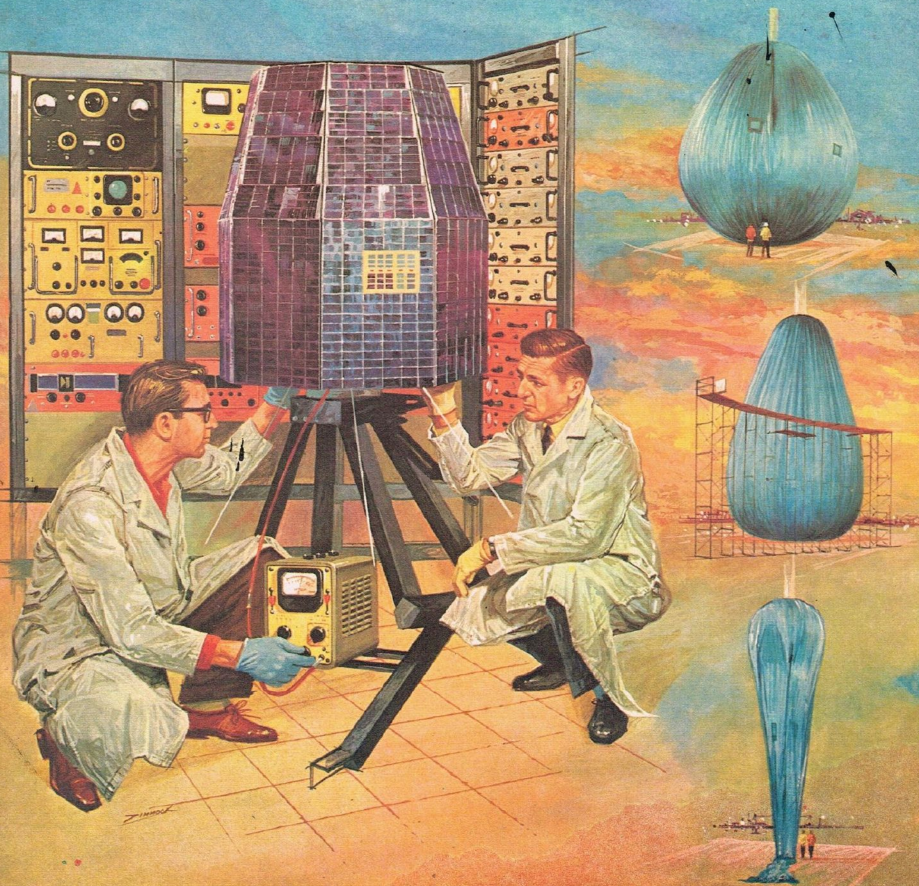
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 17 de enero de 1966.

Nº 119

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: F. L. MARTIN (U. S. Naval Postgraduate School, California), la ionosfera. S. P. TIMOSHENKO (Stanford University), torsión. J. MORCILLO (Univ. Madrid), el espectro, un diagrama energético. J. ADAMS (School of Industrial Electricity, Madisonville, Kentucky), el voltímetro electrostático. C. A. ARNOLD (Univ. Michigan), fósiles vegetales: la historia de las plantas. J. A. ALONSO (Junta de Energía Nuclear, Madrid), dosimetría; contadores de radiaciones. G. L. RAGAN (General Electric Research Laboratory, Schenectady, New York), guías de onda. E. JIMENO (Catedrático de la Facultad de Ciencias, Univ. Madrid), el titanio. J. JEENEL (IBM Corporation), memorias de los computadores. H. E. EABITT (Univ. Illinois), agua dulce del mar.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 119

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

Semanario ilustrado publicado por Editorial Codex S. A., Bolívar 578, Buenos Aires, Argentina. Director: Nicolás J. Gibelli.

Registrada como correspondencia de 2da. clase en la Administración de Correos de Guatemala, Nº 1.554. Reg. de la Propiedad Intelectual Nº 868.805.

TEMA DE LA CUBIERTA

LA IONOSFERA. — Con objeto de investigar las altas capas de la atmósfera y establecer un adecuado sistema de comunicación, se lanzan diversos tipos de satélites, como el "Echo" (derecha) y el "Telstar" (izquierda).

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Nuevo analgésico. — Hace unos tres años, el Dr. Stanley W. Jacob, cirujano de la Escuela de Medicina de la Universidad de Oregón, se interesó por un producto que hasta entonces se consideraba como un insecticida: el **dimetil-sulfóxido,** que abreviadamente suele escribirse **DMSO.**

Por una serie de circunstancias, más o menos fortuitas, observó hechos interesantes: su rapidísima absorción a través de la piel y su paso inmediato al torrente circulatorio.

A partir de aquella época inició un minucioso estudio del producto, que ha cristalizado en el descubrimiento de sus portentosas propiedades analgésicas.

El DMSO hace desaparecer los dolores más agudos y variados: de cabeza, de oídos, por quemaduras, por sinusitis, por artritis, etc., y, además, es activo tanto por vía tópica como por las vías digestiva y parenteral.

Si las experiencias que se realizan actualmente confirman las primeras impresiones, no cabe duda de que el DMSO constituirá un medicamento sensacional, la panacea contra el dolor que el hombre ha estado buscando incansablemente durante siglos.

Tan prometedor se presenta este producto que las autoridades sanitarias de los Estados Unidos de América (Food and Drug Administration), las más exigentes del mundo, han permitido que se use como medicamento sin finalizar aún el estudio exhaustivo del fármaco. Por ahora, sólo se puede usar por vía tópica, es decir, mediante toques o masajes en la zona dolorida, para evitar posibles efectos secundarios perjudiciales, como aconteció con la célebre talidomida.

En casi todos los países del mundo, bajo los nombres comerciales más diversos, se encuentra ya en el mercado una solución de DMSO para utilizar por vía tópica.



NOTICIAS DE MAÑANA

Se incrementará la publicidad por radio. — Estados Unidos es el país que, seguramente, gasta más en publicidad. Además, la publicidad estadounidense suele ser muy eficaz, porque se apoya en razones científicas que incluyen minuciosos estudios de mercados, encuestas públicas, análisis estadísticos, etc.

Por otra parte, hay un hecho evidente. El nivel de vida de todos los pueblos tiende a igualarse, en un futuro más o menos próximo, con el de Estados Unidos. Este imperativo de raíces profundamente sociales determina que, con más o menos retraso, en estos países se vayan cumpliendo condiciones de mercado análogas a las que se han dado, en determinado momento, en aquel país norteamericano. Por esta causa, las conclusiones de los expertos en publicidad estadounidenses son muy útiles y orientadoras. Sólo existe el pequeño problema de saber cuándo son aplicables a los otros países.

Una de las conclusiones más interesantes a que se llegó en 1964 se refiere a la eficacia de los distintos medios publicitarios. Los anunciantes gastaron cerca de 6.000 millones de dólares en sus campañas publicitarias; los anuncios directos (por cartas, circulares, etc.) acapararon el 33 % de esta cifra; la televisión recibió el 29 %; los periódicos y demás publicaciones, el 30 %; los anuncios luminosos, el 2 %, y la radio, el 6 %. Como se puede observar, la radio recibió un exiguo porcentaje de los gastos publicitarios estadounidenses, hecho que no está en consonancia con sus fantásticas posibilidades como medio de difusión, ya que, desde el invento de los transistores, la radio acompaña al empleado o al obrero en casi todos sus quehaceres diarios.

Se ha demostrado que la radio se escucha más horas al día que la televisión. En consecuencia, los expertos prevén que, en un futuro próximo, se incrementarán las campañas publicitarias por radio y se elevarán las tarifas de los anuncios por este medio de difusión.

LA IONOSFERA

El influjo de la Tierra sobre su atmósfera cesa a la altitud de unos ochenta kilómetros. Por encima de esta altura, los gases rarificados reciben, principalmente, la influencia del Sol, y se calientan hasta alcanzar temperaturas muy altas durante el día, enfriándose rápidamente cuando están en el cono de sombra de la Tierra. La mayor parte de la radiación visible del Sol penetra a través de todas las capas de la atmósfera y llega, de este modo, a la superficie de la Tierra. Aunque existen radiaciones ultravioletas extremadamente *duras* procedentes del Sol, desaparecen en las capas superiores de la atmósfera después de haber sido absorbidas y dispersadas por los átomos y moléculas gaseosas. Al ser bombardeados por la radiación ultravioleta, los gases de la alta atmósfera se cargan eléctricamente, es decir, se *ionizan*.

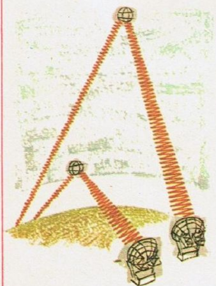
La capa más baja de partículas cargadas (la capa *D*) está compuesta por una mezcla de la mayoría de los gases constitutivos de la atmósfera. Se encuentra entre los 65 y 80 kilómetros de altitud y no forma parte, hablando estrictamente, de la región principalmente ionizada: la *ionosfera*.

Los gases ionizados de la ionosfera se concentran en dos capas, la *E* y la *F*, también conocidas con los nombres de *capa de Heaviside* y *capa de Appleton*. Ambas capas se encuentran a alturas superiores a los 90 y 220 kilómetros, respectivamente. Toda la ionosfera (que incluye otras varias capas ionizadas de menor importancia) se extiende desde los 75 hasta los 600 kilómetros, contados desde la superficie de la Tierra. Como las regiones ionizadas están compuestas por partículas cargadas de electricidad, se comportan como conductores eléctricos. Los científicos notaron pequeñas variaciones en el campo magnético de la Tierra y creyeron que serían explicables si la atmósfera exterior fuese un conductor eléctrico. Las partículas eléctricas, en continuo movimiento, dan lugar a campos magnéticos. Se sospechaba la existencia de una ionosfera, pero no fue comprobada hasta que Marconi empezó a hacer experimentos con ondas largas de radio.

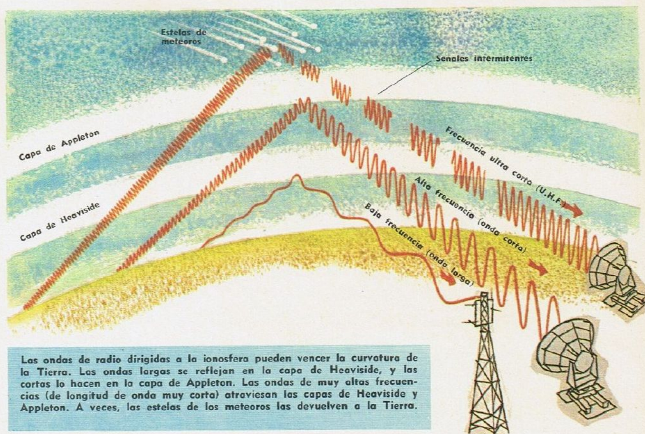
REFLEXIÓN DE ONDAS DE RADIO

Marconi trasmitió ondas de radio a través del Atlántico. Las ondas dirigidas en línea recta a lo largo de la superficie de la Tierra nunca llegaban al otro lado del océano, por causa de la curvatura del planeta. Pero si las ondas tropiezan con una capa de partículas cargadas eléctricamente, se reflejan en ella, vuelven a la tierra y es posible recogerlas.

Entre los años 1920 y 1930, Edward Appleton y M. A. F. Barnett en Inglaterra, y G. Breit y M. A. Tuve, en los Estados Unidos

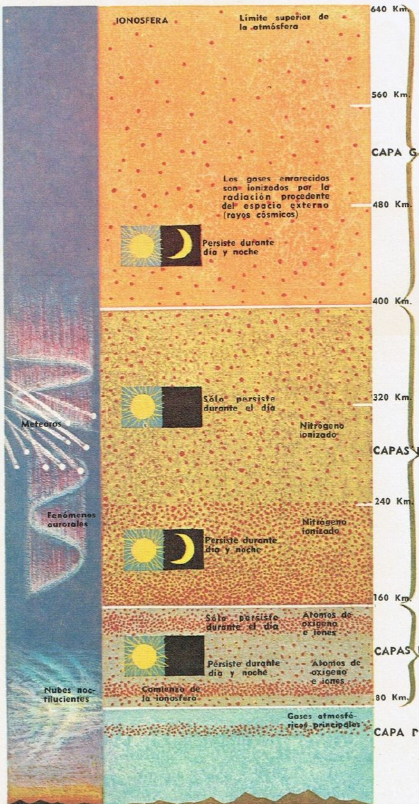


Se ha demostrado que los satélites artificiales son mucho más seguros que la ionosfera para realizar comunicaciones a grandes distancias. Sus órbitas están fuera de la ionosfera. El "Telstar" gira entre 960 y 5.600 Km. de la Tierra.



Las ondas de radio dirigidas a la ionosfera pueden vencer la curvatura de la Tierra. Las ondas largas se reflejan en la capa de Heaviside, y las cortas lo hacen en la capa de Appleton. Las ondas de muy altas frecuencias (de longitud de onda muy corta) atraviesan las capas de Heaviside y Appleton. A veces, las estelas de los meteoros las devuelven a la Tierra.

realizaron experimentos para comprobar la existencia de la ionosfera y averiguar a qué altura comenzaba. Estos fueron los primeros experimentos con *radar*.
Primero descubrieron la capa Heaviside (capa *E*), que contiene oxígeno en forma de átomos individuales cargados eléctricamente (los átomos de oxígeno suelen unirse en parejas, formando moléculas) y refleja las ondas de radio más largas. Todos los días, las ionizaciones de la parte interna de la capa Heaviside cambian. La ionización de la parte exterior, situada entre 120 y 135 kilómetros de altura sobre la superficie de la Tierra, desaparece tan pronto como lo hace la radiación solar.
Las trasmisiones de radio de ondas cortas pueden atravesar la capa Heaviside, pero son reflejadas por la siguiente capa ionizada importante, la capa Appleton.
La parte inferior de la capa Appleton se encuentra entre 150 y 220 kilómetros de altitud. La mayor parte de gas ionizado es nitrógeno y su ionización se sigue produciendo durante la noche, aunque no lo alcance la radiación solar. Se utiliza la capa Appleton para efectuar comunicaciones de radio mediante ondas cortas.

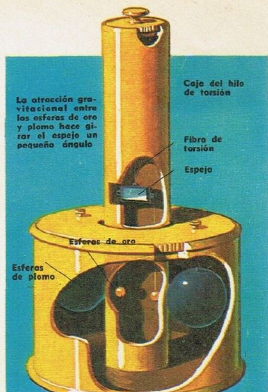


La parte exterior de esta capa es una prolongación de la región interior. Alcanza una altura de 375 kilómetros, pero sólo está ionizada durante el día. También se halla constituida por nitrógeno ionizado.
Más lejos que las capas *E* y *F*, la capa *G* —no ionizada tan intensamente como las interiores, aunque sí continuamente— produce reflexiones. Se supone que las partículas cargadas que se aproximan a la Tierra desde el espacio exterior originan una parte de la ionización. La capa *G* termina entre los 525 y 600 Km., y se considera el límite superior de la atmósfera terrestre, más allá de la ionosfera. Los gases están allí tan rarificados que ocurren muy pocas colisiones entre los rayos que llegan y sus moléculas.
La utilidad de la ionosfera como capa reflectora de las ondas de radio depende de la longitud de éstas. La capa Heaviside refleja las ondas largas y la Appleton, las cortas; ambas pueden usarse para trasmitir programas de radio a otras partes del mundo, tanto durante el día como durante la noche. Pero la radiación solar excesiva influye en todas las capas. Cuando después de tormentas magnéticas se ven muchas manchas en el Sol, se producen dificultades en las emisiones de radio de larga distancia que utilizan la ionosfera. La radiación perturba las capas ionizadas, deteriora sus propiedades reflectantes y, como consecuencia, se interrumpen las emisiones. En algunas partes de la ionosfera, la ionización excesiva está acompañada de fenómenos de auroras polares.
Las señales de televisión no se pueden reflejar en la ionosfera porque las altas frecuencias (de ondas cortas), utilizadas para trasmitir los programas de televisión atraviesan las capas *E* y *F*. La comunicación universal de radio está limitada hasta frecuencias inferiores a los 30 millones de ciclos por segundo (que corresponden a ondas de más de 10 metros de longitud), y todas las trasmisiones de televisión se hacen en frecuencias superiores (ondas más cortas). Del mismo modo que la ionosfera deja pasar la luz visible, permite el paso de las señales de frecuencias muy altas (*U. H. F.*) y frecuencias ultra altas (*V. H. F.*). De hecho, la ionosfera sólo permite el paso de estas dos bandas de ondas electromagnéticas, y es casi opaca para todas las demás.
Las señales que salen de la Tierra hacia otros planetas deben tener longitudes de onda apropiadas para atravesar la ionosfera. Por esto, están limitadas a las luminosas y a las ondas de radio de frecuencias muy altas.
Lo mismo ocurre con las señales que entran. Se han construido telescopios ópticos para recoger las señales de luz visible que penetran en la ionosfera y en las regiones más bajas de la atmósfera, mientras que la radioastronomía, usando radio - reflectores gigantescos y antenas interferométricas, capta ondas de radio.
El "parpadeo" de las estrellas es un fenómeno óptico causado por perturbaciones atmosféricas. Análogamente, el "parpadeo" de las señales de radio procedente de estrellas distantes ha sido advertido por los científicos; éstos creen que se debe a las perturbaciones de la ionosfera.
La ionosfera no es un reflector estable para las ondas de radio. Su capacidad reflectora varía con las estaciones y con la actividad magnética del Sol. Además, sólo es una antena de radio *pasiva:* se limita a reflejar las señales de radio. Éstas son atenuadas cuando pasan a través de la atmósfera y se reflejan en la ionosfera. Sería una gran ventaja que las ondas de radio pudieran amplificarse del mismo modo que son reflejadas.
Experimentos tales como el proyecto estadounidense *Westford*, han sido realizados para mejorar las comunicaciones, proporcionando un radio-reflector estable que remplace a la ionosfera. Los reflectores del proyecto Westford son diminutas agujas de cobre, diseminadas sobre la ionosfera, capaces de reflejar ondas de muy alta frecuencia. Los globos *Echo* pertenecen a la misma categoría de reflectores pasivos. En ellos pueden reflejarse las señales de televisión.
Otro tipo de satélites radio - reflectores —por ejemplo, el *Telstar*— son activos. Contienen amplificadores para aumentar la potencia de la señal reflejada.
Ocasionalmente, hasta cuatro o cinco veces al año se pueden sintonizar emisiones de radio de muy altas frecuencias a distancias tales que resulta evidente que las ondas debieron ser reflejadas en la ionosfera. Sin embargo, la reflexión no se debe a las partículas de aquélla y parece que la causa son los meteoros que ionizan y producen estelas luminosas en dicha parte de la atmósfera. Aquéllos tienen la propiedad de reflejar ondas de radio de frecuencias más altas que las reflejadas por la ionosfera. Las señales que se reflejan en las estelas de los meteoros nos llegan a las antenas de una forma entrecortada, aunque en algunas oportunidades pueden escucharse voces.

EXPLORACIÓN DE LA IONOSFERA

Muchas de las propiedades de la ionosfera, todavía ignoradas, se investigan mediante satélites artificiales y globos que se elevan a gran altura. Durante los eclipses de Sol se hacen observaciones para comprobar la influencia de éstos sobre la ionosfera. Las mismas confirman que, cuando las radiaciones solares cesan, desaparece gran parte de la ionización.

TORSIÓN



Balanza de torsión usada por el profesor Boys, en 1930, para determinar la constante de gravitación.

Cuando se hacen perforaciones petrolíferas son necesarios muchos metros de eje o barra de perforación para atravesar las formaciones rocosas de la corteza terrestre hasta alcanzar el petróleo. El conjunto de todos los ejes es obligado a girar, desde la superficie, mediante una fuerza que recibe la denominación de *fuerza de torsión.*

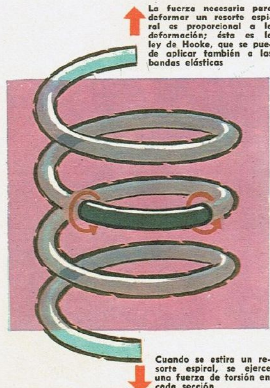
La resistencia de la cabeza perforadora cuando ataca la roca, y la fuerza de giro en la parte superior, hacen que todo el largo eje esté sometido a un esfuerzo de torsión. El eje resiste este esfuerzo gracias a su *rigidez frente a la torsión.* Algunos vehículos de motor usan barras de torsión en la suspensión. Un extremo de la barra queda fijo y el otro gira con los vaivenes del vehículo. Cuando la barra gira, su rigidez frente a la torsión hace que actúe como un resorte.

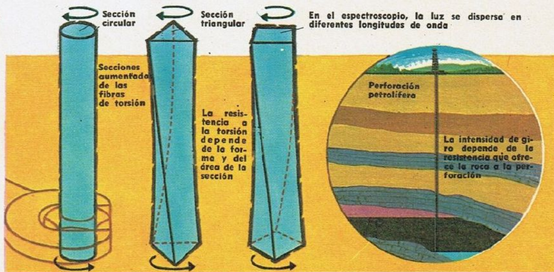
Los principios de la torsión se usan en muchos instrumentos científicos para medir fuerzas pequeñas. En el galvanómetro de carrete móvil, que sirve para medir corrientes eléctricas, una bobina, suspendida de un delgado hilo elástico, se separa de la posición de equilibrio (cuando pasa una corriente por ella), hasta que se contrarresta la fuerza del campo magnético con la rigidez frente a la torsión del hilo de suspensión. La *balanza de torsión* es otro instrumento que sirve para medir fuerzas muy débiles, como, por ejemplo, las producidas por la gravitación, el magnetismo o la carga eléctrica.

La resistencia del acero a la torsión es muy alta, mientras que resulta nula la de una cuerda o la de un hilo. Si hacemos girar un cuerpo pendiente de un trozo de hilo de acero, y después lo soltamos, sigue girando en uno y otro sentido. Si medimos el *período* (es decir, el tiempo que tarda en hacer una rotación completa) de cada giro, comprobaremos, como en el caso del péndulo ordinario, que es independiente de la amplitud del giro. Esto significa que, aunque ésta disminuye gradualmente a causa de la resistencia del aire, el período permanece constante. Por consiguiente, un dispositivo de este tipo puede actuar como cronómetro (medidor) del tiempo, al cual se conoce con el nombre de *péndulo de torsión.* Este tipo de péndulo puede encontrarse en algunos relojes modernos. La rigidez de cualquier sustancia frente a la torsión se puede medir con el péndulo de torsión, puesto que el período de giro depende solamente de la rigidez frente a la torsión y del momento de inercia, alrededor del punto de suspensión, del cuerpo que gira. Este período es independiente de la gravedad.

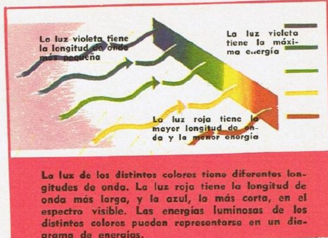
En la balanza de torsión, una barra ligera se suspende, por su centro, de un punto fijo, mediante un alambre fino o una cinta metálica. Para medir la atracción gravitacional o eléctrica de los cuerpos se atan a cada extremo de la barra. Cuando se acerca otra masa grande (o cuerpos cargados), la atracción entre los cuerpos grandes y pequeños hace girar la barra. Ésta vuelve a quedar en reposo, con el hilo de suspensión girado. Un rayo de luz que se refleja en un espejo, rígidamente unido al hilo, nos da una medida del giro. Como se ha medido previamente la rigidez del alambre frente a la torsión, puede averiguarse el efecto de la fuerza atractiva. Este instrumento se ha usado para medir la constante gravitacional, así como para comprobar la ley del inverso del cuadrado de la distancia de las cargas eléctricas.

La torsión del acero de un resorte nos da una medida de su elasticidad.





La rigidez frente a la torsión se define como la fuerza rotacional necesaria para hacer girar una barra de una longitud conocida un ángulo unidad. Como el cálculo de la rigidez frente a la torsión es complicado, se halla experimentalmente con la balanza de torsión o el péndulo de torsión.



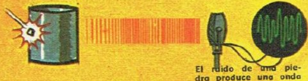
La luz de los distintos colores tiene diferentes longitudes de onda. La luz roja tiene la longitud de onda más larga, y la azul, la más corta, en el espectro visible. Las energías luminosas de los distintos colores pueden representarse en un diagrama de energías.

EL ESPECTRO, UN DIAGRAMA ENERGÉTICO

Cuando percutimos un diapasón, produce una nota musical de frecuencia bien definida. La energía del golpe es absorbida por las púas o ramas y el diapasón la devuelve vibrando y propagando un tren de ondas sonoras. Solamente escuchando el sonido que produce el diapasón podemos descubrir algo de él. La frecuencia del sonido es la de vibración de las púas. Un diapasón grande con púas pesadas produce notas graves; si da una nota aguda, las púas son pequeñas y ligeras, y vibran rápidamente.
El modo de vibrar las púas puede estudiarse fácilmente por el procedimiento de cámara lenta. Pero el comportamiento de un átomo o molécula no puede examinarse de este modo, ni aun con los más potentes microscopios. El comportamiento de los diminutos átomos se pone de manifiesto *golpeándolos* y comprobando la *nota* que dan. El átomo se golpea mediante electrones móviles; la energía regresa en forma de ondas luminosas y no de notas musicales. Estudiando las ondas luminosas se averiguan muchos detalles sobre los átomos y moléculas que las producen.
El espectro de un átomo o molécula se obtiene haciendo pasar una descarga eléctrica a través de una muestra del gas. En la descarga, los electrones chocan con los átomos y los excitan, por lo que éstos emiten luz. La luz emitida es, normalmente, una mezcla complicada de los diferentes colores o longitudes de onda, que pueden estar dentro del espectro visible, desde el rojo al violeta, o ser invisibles, en las regiones ultravioleta o infrarroja. Estudiando el espectro de una molécula, el investigador puede averiguar muchas cosas acerca de su estructura y comportamiento. La espectroscopia nos ha proporcionado información fundamental sobre la estructura de la materia.



Cuando un diapasón es percutido sobre una mesa, produce una nota musical pura. El sonido es trasportado, porque a través del aire pasa un tren de ondas de compresión. Estas ondas, recogidas por el micrófono, producen la imagen de una onda en el osciloscopio de rayos catódicos.



Cuando una piedra golpea un tubo, éste emite un sonido porque la superficie metálica vibra. El sonido es una mezcla irregular de notas musicales, como podemos comprobar en el osciloscopio. Esta mezcla de notas es siempre la misma para cada tubo.

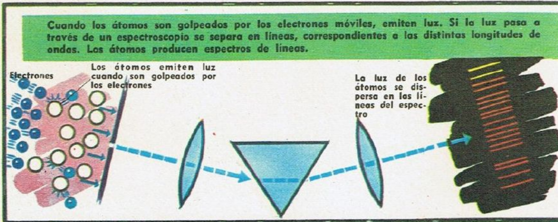
LONGITUD DE ONDA Y ENERGÍA

La luz puede separarse en sus distintos colores haciéndola pasar a través de un *espectroscopio,* que, en su forma más simple, consiste en un prisma de vidrio o cuarzo. Dicho prisma produce un espectro luminoso, que es, sencillamente, una muestra de todos los colores presentes, distribuidos según su longitud de onda. Cuanto más corta sea la longitud de onda de la luz, mayor será su energía. Por ejemplo, la luz verde tiene más energía que la amarilla, porque la longitud de onda es mayor en ésta. Si en un tubo de descarga una sustancia emite luz verde y otra luz amarilla, significa que los átomos de la primera producen más energía que los de la segunda.

ESPECTRO ELECTRÓNICO

¿Qué tipo de cambios energéticos debemos esperar que se produzcan en una molécula de hidrógeno que se halla en un tubo de descarga? El primero es la excitación electrónica. Los electrones de una molécula ocupan órbitas alrededor del núcleo cargado positivamente, y, si reciben energía, se ven obligados a pasar a órbitas más alejadas del núcleo. Cuando un electrón regresa a su órbita original, devuelve esta energía en forma de luz con una longitud de onda bien definida. Midiendo las longitudes de onda de la luz pueden averiguarse fácilmente las dife-

Cuando los átomos son golpeados por los electrones móviles, emiten luz. Si la luz pasa a través de un espectroscopio se separa en líneas, correspondientes a las distintas longitudes de ondas. Los átomos producen espectros de líneas.



En el espectroscopio, la luz se dispersa en diferentes longitudes de onda

Los átomos y moléculas excitados en el tubo "geissler" emiten luz

rencias de energía de las órbitas electrónicas. Cuando toda la luz emitida se debe únicamente a la excitación electrónica, el espectro consiste en un conjunto de líneas distintas. Este es el *espectro de líneas*. El conjunto total de las líneas (en un espectro electrónico) proporciona una información muy completa acerca de las órbitas electrónicas de los átomos o moléculas. Así descubrimos que los electrones sólo pueden estar en órbitas bien definidas en cada átomo particular, y que las energías de los electrones, en estas órbitas, pueden deducirse con mucha exactitud de las posiciones de las líneas en el espectro.

ESPECTRO DE VIBRACION

Si se examina el espectro de una molécula (como nitrógeno o hidrógeno), puede verse que está compuesto por una serie de bandas. El espectro de líneas de un átomo se origina por un cambio de energía, que afecta los electrones alrededor del núcleo. El espectro de bandas es originado por la energía emitida cuando vibran los núcleos en una molécula, ya que, entonces, varía la distancia entre ellos. Al emitir varias longitudes de onda en el tubo de descarga, se forma una serie de bandas, debido a la absorción de diferentes cantidades de energía por las distintas moléculas. El espectro de bandas de un tipo particular de molécula es siempre el mismo, porque las diversas cantidades de energía emitidas están perfectamente definidas, del mismo modo que un diapasón produce siempre la misma nota; así, la misma molécula produce siempre el mismo espectro. El espectro de vibración se superpone al electrónico, de modo que alguna banda particular representa en él los efectos combinados de la energía de un electrón excitado y de un núcleo vibrante.

Estudiando los espectros de bandas de las moléculas puede obtenerse información en lo que respecta a las fuerzas que ligan los átomos en las moléculas.

ESPECTRO DE ROTACIÓN

Las bandas del espectro están compuestas por líneas producidas por la energía luminosa que emite la molécula cuando *gira*. Las energías de rotación son típicas de cada molécula particular. Debido a esto, el conjunto de líneas de rotación en las bandas presenta siempre la misma posición en el espectro. La energía de rotación de cualquier cuerpo depende de su tamaño, masa y forma, y esto es cierto tanto para una molécula como para un trompo. Por ello, a partir del espectro de rotación puede determinarse la longitud de los enlaces químicos existentes entre los átomos y las moléculas.

Los electrones sufren saltos de energía cuando pasan de una órbita a otra

Los saltos de energía se muestran en este diagrama energético

Estas líneas representan los diferentes saltos energéticos

A longitudes de ondas más cortas, energías mayores

Un electrón es impulsado desde una órbita interna a otra externa. Cuando vuelve a su órbita original, emite luz. Cuanto más externa es la órbita, se emite una luz de mayor energía y de menor longitud de onda.

Los electrones pasan a órbitas más exteriores de la molécula

La transición electrónica produce un sistema de líneas (a)

Los núcleos vibran en las moléculas

Toda molécula gira, emitiendo líneas (c)

Línea de rotación (c)

Banda de vibración (b)

Sistema de líneas (a)

Cuando se comunica energía a una molécula, se producen tres tipos de excitaciones: a) los electrones son expulsados a órbitas más externas; b) los núcleos de los átomos vibran en la molécula; c) la molécula gira. La energía emitida origina el complicado espectro de bandas. Cada banda está compuesta por líneas de rotación.

La luz de las moléculas gaseosas excitadas produce un espectro de bandas.

Las moléculas emiten luz al ser golpeadas por electrones móviles

La luz de las moléculas es dispersada y forma el espectro de bandas

Cuando un electrón excitado o una molécula que vibra o gira vuelven a su "estado fundamental", emiten luz. La longitud de onda depende del salto de energía entre los niveles excitado y fundamental. Las moléculas excitadas emiten una mezcla compleja de longitudes de onda, aunque éstas son constantes, porque solamente se admiten ciertos saltos energéticos. Se trata de las llamadas "transiciones permitidas", y las longitudes de ondas correspondientes a cada una de ellas pueden deducirse teóricamente.

EL VOLTÍMETRO ELECTROSTÁTICO

Cuando se frota una varilla de vidrio con una tela de seda, aquélla pierde electrones, que se depositan en la seda. Se ha realizado un *trabajo* para hacer pasar los electrones de una a otra, y, como consecuencia, tenemos la tela cargada negativamente, y la varilla, positivamente.

Para extraer electrones de un cuerpo, siempre es necesario realizar un trabajo. Los electrones cargados negativamente se mantienen en su lugar o posición debido a las fuerzas de atracción entre ellos y el núcleo positivo de los átomos del cuerpo.

Para separar dos cargas es necesario gastar energía, aunque ésta no se pierde, porque es almacenada. Es una forma de *energía potencial*. Esto significa que a partir de ella se puede realizar un trabajo. Por ejemplo, si la varilla cargada positivamente se mantiene cerca de una superficie descargada (conectada a tierra), saltará una chispa entre ambas. La chispa es una forma de corriente eléctrica. La energía potencial de la varilla se ha convertido en energía eléctrica por una parte, y en energía luminosa y calorífica en la chispa.

Cuando se construye un circuito eléctrico conectando los terminales de una batería con un alambre, los electrones pueden recorrer el circuito porque reciben energía de aquélla.

La energía de los electrones que recorren el circuito puede compararse a la del agua que baja por un tubo elevado. El agua puede bajar por el tubo porque tiene una energía potencial cuando está almacenada en el recipiente. Análogamente, la energía necesaria para que los electrones se muevan procede de la potencial almacenada en la batería. En ésta, los electrones poseen energía porque una placa (la negativa) tiene un exceso de ellos, mientras la otra (la positiva) tiene un déficit o carencia. Cuando el hilo conductor se conecta entre las dos placas, los electrones, en un intento de equilibrarlas, pasan de la negativa a la positiva. De este modo, la batería produce una *caída* o *gradiente* de potencial, gracias al cual fluyen los electrones, como la pendiente del tubo de agua hace que se vacíe el depósito. Siempre que los electrones fluyen desde un punto a otro de un circuito, debe haber una fuente de energía potencial que los impulse.

Esto puede probarse con una pila seca o batería, o con una dinamo o generador. Entre los terminales de salida de cualquiera de ellas hay una diferencia de potencial, que se mide en *voltios*. El potencial o tensión de una fuente nos da una medida de la energía que aquélla puede proporcionar a los electrones en un circuito externo.

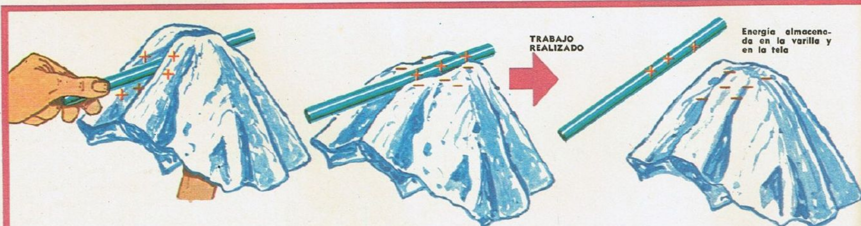
MEDIDA DE LA TENSIÓN

Existen numerosos procedimientos para medir la tensión. El voltímetro ordinario se basa en la ley de Ohm. Si medimos la corriente que atraviesa una resistencia conocida, la diferencia de potencial que provoca la corriente viene dada por:

Diferencia de potencial = Intensidad de la corriente × Resistencia

Este es el fundamento del voltímetro más sencillo. El paso de corriente se mide mediante la desviación de una bobina suspendida entre los polos de un imán.

Este método es satisfactorio para la mayor parte de las aplicaciones, aunque no resulta adecuado para otras. La causa es que, a veces, el propio voltímetro puede afectar la tensión que mide. Por ejemplo, la diferencia de tensión entre las dos placas de un capacitor es originada por el hecho de que hay un exceso de electrones en una placa y un déficit en la otra. Si conectamos los terminales del voltímetro a las dos placas para medir la diferencia de sus tensiones, la carga pasa a través del voltímetro. Por tanto, desaparece de las placas y sólo queda una pequeña diferencia de tensión entre ellas, de modo que la medida lo ha afectado. Se necesita, entonces, un aparato por el que no pase corriente: *el voltímetro electrostático*. Este instrumento se basa en una ley fundamental de la electricidad: *Las cargas del mismo signo se repelen, pero las de signo contrario se atraen.* En el voltímetro electrostático, un terminal se co-

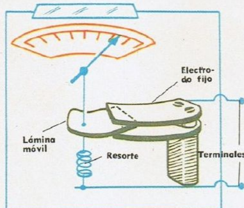


Cuando se frota una varilla de vidrio con una tela de seda, pasan electrones de aquélla a ésta. La varilla queda con carga positiva.

Ha sido necesario realizar un trabajo para separar algunos electrones de la varilla de los núcleos atómicos positivos. En la varilla y en el paño queda almacenada energía, porque se han separado cargas de signo contrario.



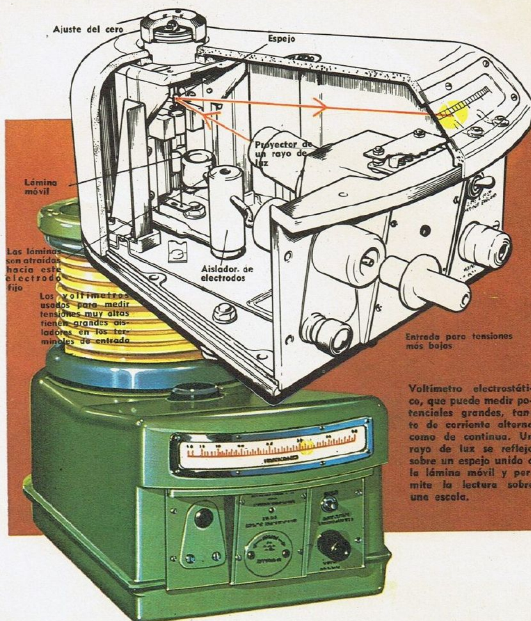
Las cargas de signo contrario se atraen. En este principio se basa el voltímetro electrostático.



Cuando se aplica una diferencia de potencial entre los terminales, la lámina móvil gira hacia el electrodo fijo. El giro es contrarrestado por el resorte y la escala está calibrada en voltios.



La escala del voltímetro se amplía usando un multiplicador. La tensión a medir se conecta a través de un conjunto de condensadores en serie. En el voltímetro, medimos la caída de tensión en uno o más de los mismos, según el tipo de tensión. Los voltímetros electrostáticos pueden medir tensiones muy altas, tanto alternas como continuas.



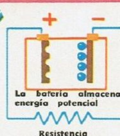
Voltímetro electrostático, que puede medir potenciales grandes, tanto de corriente alterna como de continua. Un rayo de luz se refleja sobre un espejo unido a la lámina móvil y permite la lectura sobre una escala.

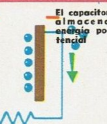
necta a una lámina metálica móvil, que puede girar sobre un pivote. Su movimiento está limitado por un resorte. Al moverse, gira hacia un electrodo metálico, conectado al segundo terminal. Cuando las placas del capacitor se conectan a ambos terminales, la lámina se carga positivamente, y el electrodo, negativamente. Por ello, el electrodo atrae una aguja unida a la lámina, de modo que puede girar con ella y nos permite la lectura en una escala.





La energía almacenada se libera cuando la varilla se acerca o toca una superficie neutra (conectada a tierra). Estos electrones fluyen desde la superficie para neutralizar la carga de la varilla, pero podrían saltar, originando una chispa. La energía se libera en forma de calor o de luz en la chispa, o bien en forma de corriente eléctrica.







Los cuerpos cargados o las cargas separadas suponen una forma de almacenamiento de energía potencial, que se mide comparándola con el potencial de la tierra, considerado como cero. En una batería o en un capacitor cargado hay una separación de cargas, y existe una diferencia de potencial entre las placas. Ésta puede originar energía electrónica en un circuito. Normalmente, hablamos del potencial de un cuerpo cargado.

FÓSILES VEGETALES: LA HISTORIA DE LAS PLANTAS

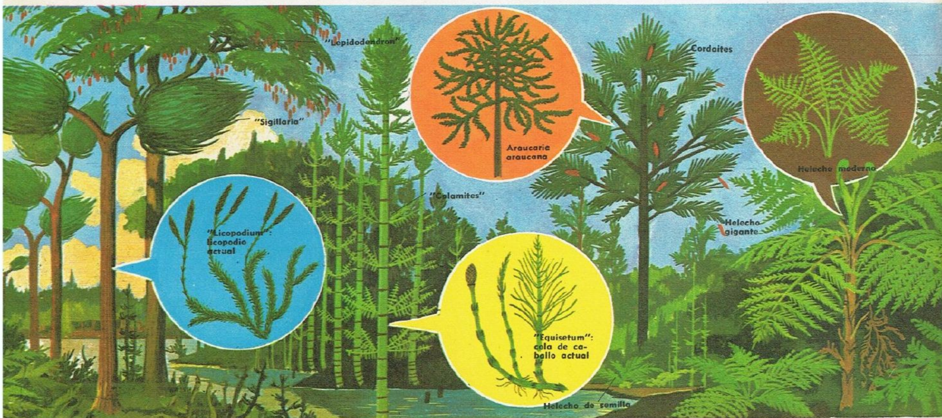
Hace 2.000 millones de años, las plantas, como ocurre hoy, aprovechaban la luz del Sol para trasformar las sustancias químicas sencillas en alimentos más complejos. De aquellas plantas primitivas nos quedan sólo algunos vestigios en las rocas. Probablemente, la mayoría fueron *algas*, vegetales sencillos que viven en el agua. Éstas, al contrario de lo que ocurre con muchas plantas terrestres, no tienen una capa impermeable *(cutícula)* ni desarrollan un tejido especial *(tejido vascular)* para trasportar agua y alimentos.

Hay un considerable número de fósiles animales de principios del período cámbrico, hace unos 550 millones de años. Del mismo período datan restos vegetales que, sorprendentemente, no pertenecen al sencillo grupo de las algas marinas. Por el contrario, tienen tejidos vasculares especiales y esporas, cubiertas por cutículas, que podían ser trasportadas por el viento. Se cree que ya habían aparecido varios grupos de plantas: musgos y hepáticas *(briófitos)*, vegetales que tenían esporas —tal como ocurre con los helechos actuales—, *camepitios*, colas de caballo *(pteridófitos)* y polipodios *(pteridosporas)*. Quizá había también gimnospermas (plantas con semilla). Es difícil precisar cómo se desarrollaron estos grupos, pues no tenemos testimonios fósiles; tal vez surgieron en la tierra mucho antes de la época precámbrica y, probablemente, cada grupo se desarrolló a partir de un distinto tipo de algas, que había resuelto el problema de vivir sobre el terreno de manera diferente. Esto parece razonable, porque los tejidos vasculares, cuticulares y leñosos, y las hojas y raíces, pudieron desarrollarse más de una vez con independencia.

A ésta le sigue otra etapa sin restos vegetales. Después, entre las rocas silúricas, que tienen 350 millones de años, se han encontrado fósiles de *psilofitinas*, plantas terrícolas sencillas, con tejido vascular pero sin hojas, raíces o vástagos distintos. Las psilofitinas fueron las primeras plantas continentales que se descubrieron, por lo que durante mucho tiempo se creyó que eran los antepasados de todos los vegetales terrestres. Hoy sabemos que 200 millones de años antes vivieron plantas más desarrolladas. Es probable que las psilofitinas fuesen sólo las sobrevivientes de algún grupo primitivo.

Pero aunque vivieran vegetales más desarrollados en la época silúrica, el único testimonio que tenemos hoy es el fósil de una hoja de camepitio (pteridófitos). Parece que las diferencias son debidas a las distintas situaciones de las plantas.

Las psilofitinas vivían en las llanuras bajas y lodosas, cerca del agua; siempre cabía la posibilidad de que la tierra se sumergiera; entonces, el agua preservaba las plantas. Pa-



Selva pantanosa de la época carbonífera, hace 250 millones de años. No existían plantas fanerógamas, pero ya habían aparecido las otras ramas principales del reino vegetal. Los licopodios blandos de hoy son parientes de los árboles con piña: "Sigillaria" y "Lepidodendron". Los equivalentes de nuestros equisetos eran leñosos y algunos alcanzaron los 33 metros de altura. Las "cordaites" fueron antiguas gimnospermas y, según parece, parientes muy cercanos de la araucaria araucana. El suelo estaba cubierto por helechos; algunos se desarrollaron hasta convertirse en arbustos o árboles pequeños. Estructuralmente, casi todos diferían de los helechos actuales. Los helechos con semillas tenían escasa altura y eran muy abundantes. Probablemente, fueron los antepasados de las plantas fanerógamas.

rece lógico pensar que las más desarrolladas vivieran lejos del agua, en terrenos más elevados y accidentados. Por esto es mucho menos probable que aparezcan enterradas en los sedimentos. Sin embargo, del siguiente período quedan troncos fósiles en los sedimentos marinos, como si hubieran sido trasportados por los ríos hasta el mar.
Luego sobrevino la era carbonífera, y en las vetas de carbón, que tienen 250 millones de años, nos encontramos por primera vez con testimonios abundantísimos de la vida vegetal terrestre. El carbón consiste en restos fosilizados de los bosques de la época. Durante el período cámbrico y épocas posteriores debió producirse un gran desarrollo de la vida vegetal. Aparecieron muchas variedades de pteridófitos, pteridospermas y gimnospermas.
Entre los pteridófitos había parientes de las actuales *colas de caballo* o equisetos. Pero aquellas formas no eran pequeñas y delicadas como las especies actuales. Tenían troncos leñosos, que a veces alcanzaban los treinta metros de altura. En cambio, presentaban características semejantes a las especies actuales: vástagos con nervaduras longitudinales, puntas a lo largo del vástago (nudos) y hojas en verticilo. Las hepáticas, también de gran tamaño, eran leñosas.
Entre las gimnospermas, el grupo de los cordaitales fue el más numeroso. Estaba constituido por grandes árboles leñosos, que desaparecieron en la época pérmica, pero, probablemente, dieron origen a todas las gimnospermas posteriores.
El grupo más importante de las gimnospermas actuales son las coníferas, que crecieron en número hacia el final de la época carbonífera. Actualmente, el grupo está representado por formas tan diversas como la araucaria araucana, el pino, el alerce, el enebro, el ciprés y el tejo. Otros grupos de gimnospermas en pleno desarrollo son las *cicadáceas*, árboles con vástagos robustos sin ramas y una copa de hojas grandes, parecidas a los helechos. Surgieron por primera vez en la época jurásica. Relacionado con las cicadáceas tenemos el árbol *ginkgo*. El grupo de plantas al cual pertenece llega hasta los últimos años de la época carbonífera y hoy subsiste una sola familia, un solo género y una sola especie: el *ginkgo biloba*.
Entre los fósiles carboníferos descubiertos hay también muchas pteridospermas, helechos con semillas. De aspecto parecido a los helechos, tenían semillas en lugar de esporas. Sobrevivieron hasta la época cretácica y luego desaparecieron.
Posiblemente, son los antepasados del último gran grupo de plantas que ha surgido: las *angiospermas* con flores.
Las angiospermas aparecen en las rocas del cretácico medio, que tienen unos 120 millones de años. Fueron bastante variadas e incluían formas muy parecidas a algunas actuales: magnolias, robles y álamos. Muy pronto se convertirían en el grupo vegetal dominante. Enfrentados con esta competición tan vigorosa, muchos de los antiguos grupos de plantas se extinguieron.
El hecho de que no se hayan conservado fósiles de angiospermas en épocas intermedias hace pensar en su aparición repentina como grupo variado y distinto. También parece probable que hubo un desarrollo primitivo en terrenos elevados, en los que los restos tenían pocas posibilidades de fosilizarse. Probablemente, las angiospermas surgieron en el período pérmico.



Esquema que muestra la serie de los principales grupos de plantas en las distintas épocas geológicas. Debido a la carencia de una sucesión completa de fósiles, el conocimiento del ciclo evolutivo de uno a otro grupo es incierto. Este es el caso de las angiospermas, en lo que respecta a su origen.



DOSIMETRÍA; CONTADORES DE RADIACIONES

Todos los que trabajan cerca de un reactor o tienen contacto con materiales radiactivos, o rayos X, deberían llevar siempre un *dosímetro*. Este contador mide la cantidad de radiación que la persona recibe.

Existen dos tipos principales de contadores; uno tiene el aspecto de una pluma estilográfica y se coloca en el bolsillo como haríamos con ésta. El otro parece una insignia o distintivo pequeño. Los dos detectan los rayos X y los rayos gamma. En ambos casos se trata de radiaciones ionizantes, que, según parece, rompen las moléculas de los tejidos humanos, dividiéndolas en iones o partículas cargadas, con lo que aquéllos se dañan.

CONTADORES TIPO ESTILOGRÁFICOS

La radiación también ioniza las moléculas de aire, que se cargan eléctricamente al serles arrancados sus electrones. En el contador tipo estilográfico hay una pequeña cámara de aire, que actúa como aislador eléctrico entre la pared exterior del mismo y un hilo metálico (electrodo), que pasa por el centro de la cámara.

Antes de entregar el contador tipo estilográfico a la persona que va a llevarlo, se carga eléctricamente el electrodo interior, conectándolo a una fuente eléctrica cuya tensión sea de 100 - 200 voltios con respecto a la pared exterior. Entonces, se aísla el electrodo, para que retenga su carga.

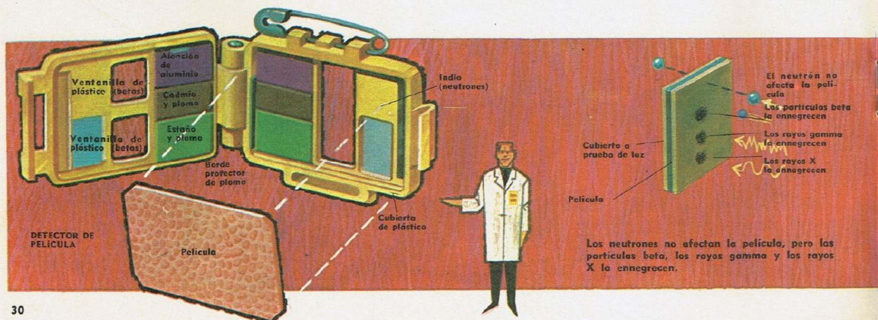
La radiación de alta energía puede entrar fácilmente en la cámara de aire; la de energía más baja, menos peligrosa, no afecta el contador, porque no atraviesa sus paredes. Esto es una desventaja, pues deja fuera las partículas beta y los rayos X de energía muy baja, que también pueden dañar la piel.

La radiación ioniza el aire en la cámara. Inmediatamente, quedan en libertad cargas eléctricas y el aire es capaz de conducirlas, porque deja de actuar como aislante eléctrico. De este modo, parte de la carga del electrodo pasa por el aire hasta la pared exterior.

A medida que llega más radiación al contador, se va perdiendo la carga eléctrica del electrodo central. Por esta causa, su tensión disminuye poco a poco.

Se puede revisar la tensión periódicamente, midiéndola con un voltímetro electrostático sensible. Sin embargo, algunos contadores tipo estilográficos tienen un voltímetro incluido en la cámara de aire. Se trata de un pequeño trozo de fibra de cuarzo, que es repelido por el electrodo central cuando está cargado (la fibra y el electrodo tienen cargas del mismo signo y se repelen) y se acerca lentamente al electrodo a medida que éste va perdiendo su carga.

Además, el contador tipo estilográfico dispone de un microscopio pequeño, por el que se puede ver la fibra de cuarzo. Ésta se mueve sobre una escala incluida en el micros-



Los neutrones no afectan la película, pero las partículas beta, los rayos gamma y los rayos X la ennegrecen.

Cómo se calibran los detectores de película.

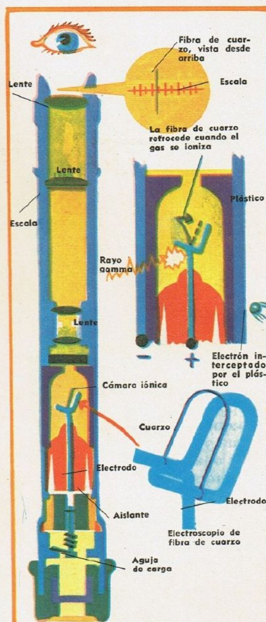
copio, lo que da una medida de la radiación que ha llegado al contador.
Si la tensión disminuye tanto que la fibra se mueve fuera del extremo de la escala, puede ocurrir que la persona que lleva el contador haya recibido más radiación de la que se supone admisible y, entonces, tendrá que alejarse del trabajo durante cierto período. Sin embargo, en tiempo húmedo (el aire que contiene humedad es mejor conductor eléctrico que el aire seco), los dosímetros pueden tener pérdidas, llegando, incluso, a escaparse toda la carga del electrodo a través del aislamiento, en los extremos del contador.

DETECTOR DE PELÍCULA

Aunque los detectores de película parecen más simples que el contador tipo estilográfico, proporcionan más informaciones sobre la clase de radiación recibida por las personas que los llevan. También son muy sensibles a los neutrones lentos, que el contador tipo estilográfico no puede detectar. El detector de radiación es un pequeño trozo de película sensible, que está colocado dentro de la insignia. Si la radiación alcanza la película, hace salir electrones de los átomos de bromuro de plata en la emulsión, quedando la película ennegrecida al ser revelada.
Colocando filtros delante y detrás de la película se detecta más cantidad de una radiación que de otra. Un filtro de plástico puede impedir el paso de las partículas beta, dejando pasar, en cambio, los rayos gamma y los rayos X. Al revelar la película se compara la parte protegida por el filtro de plástico con aquella otra que no tenía protección y que, por tanto, quedó expuesta a todas las radiaciones. La primera estará más oscura. El ennegrecimiento relativo indica las proporciones relativas de partículas beta y rayos gamma.
Otros filtros pueden ser de plomo, que impide el paso de las partículas beta y la mayoría de los rayos X. También se usan filtros de cadmio y de estaño. El cadmio recoge los neutrones lentos y, a continuación, emite radiación gamma, de alta energía, que impresiona la película. Los neutrones no actúan directamente sobre la emulsión de ésta. Las cantidades relativas de radiación gamma y neutrones lentos se pueden calcular teniendo en cuenta el oscurecimiento de las zonas de la película protegidas por el cadmio y el estaño.
También se emplea indio como filtro de radiación, porque absorbe neutrones lentos y emite, como consecuencia, rayos gamma y partículas beta.
La película de la insignia se sustituye periódicamente por otra nueva. Se revela la película usada y se compara con piezas de película idénticas, que se han calibrado, colocándolas a distancias previstas de un foco radiactivo de intensidad conocida.

UNIDADES DE RADIACTIVIDAD

La radiactividad es peligrosa cuando separa los electrones de los átomos (ioniza los átomos). Se la suele medir por la cantidad de carga eléctrica producida al ionizar con la radiación un volumen conocido de aire (la unidad es el "roentgen") o por la cantidad de energía descargada como consecuencia de la ionización (el "radio"). Un radio produce 100 ergios por gramo de material irradiado. Esta cantidad de energía es muy pequeña; en efecto, hacen falta $4{,}2 \times 10^{7}$ (42.000.000) ergios para elevar 1°C la temperatura de un gramo de agua. La energía en sí no es peligrosa, pero sí la ionización.
Actualmente, una nueva unidad, el "rem", ha sustituido al radio y al roentgen en dosimetría. El rem es una medida del efecto biológico de la radiación. Los radios, los roentgens y los rems están relacionados entre sí. Una magnitud de radiación expresada en rems tiene, aproximadamente, el mismo valor numérico que una cantidad expresada en radios o en roentgens. Sin embargo, en algunos casos las unidades son diferentes, pues dependen del tipo de radiación y del tipo del material irradiado.
Una radiación es mortal cuando sobrepasa los 1.000 - 2.000 rems; 400 - 500 rems pueden ser muy peligrosos si no se administran bajo la vigilancia del médico, y cantidades superiores a 100 rems pueden ser dañinas. Incluso, cantidades menores son suficientes para producir leucemia o para acortar la vida. Se estima que las personas de edades comprendidas entre 18 y 30 años no deben recibir más de 50 rems, y que la máxima cantidad "inofensiva" recibida durante toda la vida es de unos 200 rems. Así, la máxima cantidad "inofensiva" por año es de 4 a 5 rems.



Sección trasversal esquemática del contador tipo estilográfico. El microscopio que sirve para mirar la fibra de cuarzo está en la parte superior. La carga se escapa del electrodo central cuando la radiación ionizante entra en la cámara.



Cuando la película está protegida por un filtro de plástico, casi todas las partículas beta son interceptadas. Los detectores de película tienen varias clases de filtros. El cadmio absorbe los neutrones lentos y emite los rayos gamma. Entonces, se puede emplear un filtro de cadmio para descubrir los neutrones lentos. Un filtro de plomo absorbe las partículas beta.

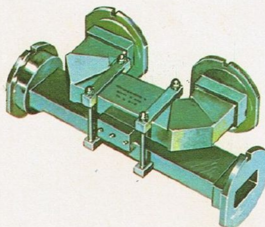
Esta guía de ondas forma parte de la alimentación de una antena para un teléfono de microondas y enlace de televisión. Las microondas pueden desplazarse siguiendo los contornos de las curvas con formas apropiadas.

Dispositivo para alterar la fase de las microondas que entran

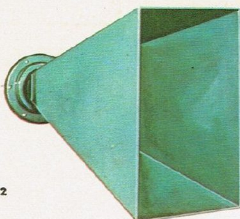
Dispositivo de ramificación de microondas

GUÍAS DE ONDA

(Abajo) La guía de onda curvada extrae parte de la energía de la guía recta. Las guías están acopladas mediante ranuras trasversales.



(Abajo) La guía de onda, en forma de bocina, actúa como antena para emitir microondas. Puede usarse para alimentar una antena mayor o para detectar direcciones de antenas.



Un catalejo es una guía para las ondas luminosas; un par de hilos (conductores) eléctricos es una guía para las ondas de radio. Un intermedio entre ambas cosas es una cavidad o tubo conductor de la electricidad, al que llamamos *guía de onda.*

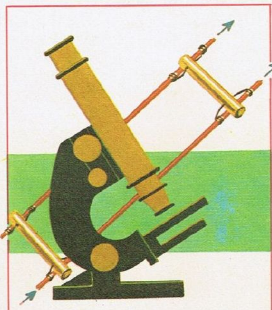
No debe sorprendernos que este *dispositivos* híbrido sea usado para la conducción de ondas que, dentro del espectro electromagnético, se encuentran entre las luminosas y las de radio; se trata de las *microondas.* Más largas que las luminosas (y las infrarrojas invisibles) y más cortas que las de radio, las microondas han adquirido una importancia creciente como medio de comunicación. Las guías de onda ocupan el puesto de líneas de trasmisión entre osciladores y antenas.

Cuando una corriente eléctrica alterna fluye a lo largo de un conductor, aparece un campo magnético alrededor del mismo. Cuanto más rápidas sean las oscilaciones, mayores serán los campos. Las líneas de trasmisión para una señal alterna van siempre en pares. La segunda línea de par también crea un campo magnético a su alrededor. Los campos eléctricos entre ambos conductores aparecen o desaparecen. Estos alambres están conduciendo realmente una *onda electromagnética.*

Parte de la energía está condenada a perderse por radiación, y parte se disipa porque el material entre los hilos (conductores) no es un aislador perfecto. Las pérdidas son más graves a medida que aumentan los cambios de dirección de la corriente, es decir, que es más alta la frecuencia de la onda guiada. Para las frecuencias de las microondas, mayores de tres mil millones de ciclos por segundo, un par de hilos es un medio muy poco eficaz para trasportar señales de un punto a otro.

Las dos principales causas de esta ineficacia son: 1) que los campos se pierden fuera del conductor, disipándose parte de su energía; 2) no siempre es posible aislar los hilos sólo con aire (los dos hilos deben estar separados mediante algún tipo de aislador). Por tanto, han de usarse otros materiales menos eficaces que el aire.

En las guías de onda, estas dificultades están superadas, porque (1) los dos alambres se introducen en una caja que encierra los campos y (2) no hay necesidad de hacer uso



La guía de onda es un intermedio entre una guía hueca de luz y un par de hilos conductores.

de un aislante ineficaz, puesto que los lados de la guía de onda están claramente separados. El espacio puede llenarse de aire seco o hacerse el vacío cuando está unido a un oscilador.

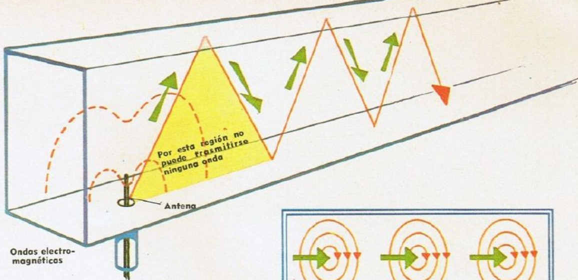
¿Cómo trabaja una guía de onda? En la guía, las microondas se comportan casi como ondas luminosas. Si se sitúa una lámpara en un extremo del tubo, parte de su luz se refleja de pared en pared en la guía, cruzando el espacio de aire hasta alcanzar el extremo lejano de la guía de onda. Si el tubo es recto, parte de la luz puede, por supuesto, propagarse directamente hasta el otro extremo, sin reflejarse en las paredes. Esto, sin embargo, no puede sucederle a las microondas en una guía de onda. La distancia entre las paredes de una guía de onda está comprendida entre un cuarto y media longitud de onda. En toda clase de ondas pueden tener lugar perturbaciones, tanto en las sonoras y en las del agua como en las de tipo electromagnético. Estas perturbaciones se producirán de modo más fácil si el tubo conductor tiene, aproximadamente, las mismas dimensiones que la onda. En este caso, sólo siguen siendo posibles muy pocos caminos de ondas. Casi todos los caminos están vedados, porque las ondas se eliminan entre sí; cuando coinciden las crestas con los vientres, interfieren y se destruyen.

A veces, un extremo de la guía de onda se acopla a un oscilador de microondas, a través de una pequeña *sonda* y de una antena que irradia microondas como una lámpara irradia luz. La antena irradia, prácticamente, en todas las direcciones, pero sólo las ondas radiadas que forman ciertos ángulos con respecto a la guía de onda consiguen alcanzar el otro extremo.

Cada vez que la onda "choca" contra la pared, se producen campos eléctricos y magnéticos que la rodean, induciéndose en la guía de onda corrientes eléctricas que fluyen alternativamente. La corriente fluye a lo largo de dos de los lados de la guía (correspondientes a los dos hilos de la línea de trasmisión), cambiando de dirección al mismo tiempo que las microondas, es decir, con su frecuencia.

Para conseguir esto deben cumplirse ciertas condiciones. La onda es rodeada totalmente con un tubo conductor metálico. Las líneas de los campos eléctricos, que unen acumulaciones temporales de carga positiva o acumulaciones temporales de carga negativa, deben estar en ángulo recto con la superficie de la guía. Por otra parte, el campo magnético debe quedar paralelo a la superficie. Para una determinada guía de onda, solamente unas pocas ondas pueden satisfacer estas condiciones. La longitud de onda está relacionada con el diámetro de la guía y también con su longitud. Cuanto más pequeña es la microonda, menor resulta el diámetro del tubo. Una microonda de 10 cm. de longitud podría propagarse a lo largo de una guía rectangular cuyas dimensiones internas fueran de 2,84 x 1,34. Una guía para ondas de 1 cm. de longitud debe ser, exactamente, diez veces más pequeña.

Muchas guías de onda tienen una sección rectangular, aunque también se usan tubos circulares. Raras veces la guía de onda es un tubo recto e ininterrumpido. Con cuidado, pueden ensamblarse los tubos de modo que la onda gire en las esquinas. Cuando se unen diferentes circuitos para constituir una guía de onda, suelen enfrentarse piezas circulares con piezas rectangulares. Éstas pueden actuar como corto-circuito (un *shunt*), como bloqueo del camino de la onda, como conmutador de alta - potencia / baja - potencia, etc. Cuando se unen dos piezas de una guía se colocan cavidades de formas especiales alrededor de la unión, para evitar pérdidas. En alguna parte cercana al extremo de la guía de onda hay una ranura (o una serie de ranuras) cuya longitud es la mitad de la onda. Está colocada de tal modo que actúa como antena para irradiar las ondas de la guía (las guías de onda pueden usarse para hacer lo contrario, pues las ranuras actúan como antenas para recoger las microondas). Las ranuras se hacen de modo que perturben las ondas de la guía *tanto como sea posible*.

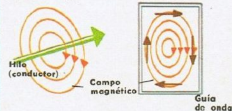


Un procedimiento para introducir ondas en una guía de ondas. Los frentes de ondas se reflejan en las paredes de la guía.



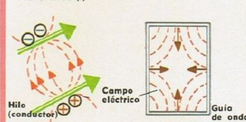
Variaciones en el campo magnético a lo largo de la guía. Este esquema muestra solamente el campo magnético.

CONDICIONES DE CONTORNO DEL CAMPO MAGNÉTICO (1)



Los campos magnéticos deben ser paralelos a las superficies conductoras.

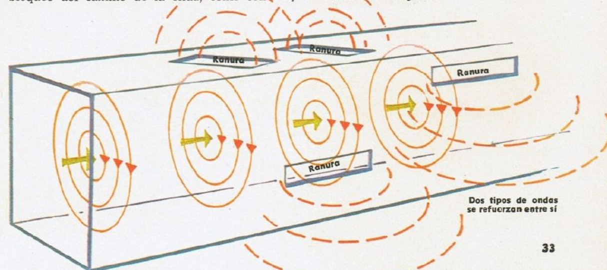
CONDICIONES DE CONTORNO DEL CAMPO ELÉCTRICO (2)



Los campos eléctricos siempre quedan perpendiculares a la superficie conductora.

Las guías de onda no pueden tener kilómetros de longitud. Normalmente hechas con tubos prismáticos rectangulares de aluminio, son caras. Es mejor trasmitir las microondas formando haces delgados a través del aire, ya que aquéllas pueden localizarse como los rayos luminosos y concentrarse en haces delgados. Por medio de las microondas, una pequeña cantidad de potencia puede trasmitirse en el aire, a lo largo de muchos kilómetros. Una potencia de radiación de medio vatio puede detectarse a unos 60 km. de distancia. La telefonía mediante microondas y los enlaces de televisión utilizan potencias pequeñas, del orden de varios vatios. El radar necesita potencias mucho mayores, pues sólo una pequeña fracción del rayo emitido se refleja hasta el detector.

Ranuras situadas diagonalmente y descentradas, cuyas longitudes son la mitad de la que tiene la onda, interrumpen la configuración del campo y emiten señales energéticas.



EL TITANIO

Aunque el metal titanio ocupa el cuarto lugar entre los elementos más abundantes en la corteza terrestre, no suscitó mucho interés hasta que la industria aeronáutica comenzó a utilizarlo.

Cuando fue descubierto, hace unos 150 años, era un elemento problemático, que defraudó y confundió a los metalúrgicos, quienes se esforzaron para extraerlo económicamente y hacer algo útil con él. De hecho, era tan difícil separar el metal de sus minerales que hasta 1949 no se encontró un método económico para hacerlo.

Existen dos principales minerales de titanio: el *rutilo,* una forma impura de bióxido de titanio, y la *ilmenita* (ferrotitanato), mezcla de óxidos de titanio y hierro. Mientras que del rutilo se obtiene todo el titanio metálico, los compuestos se fabrican de la ilmenita.

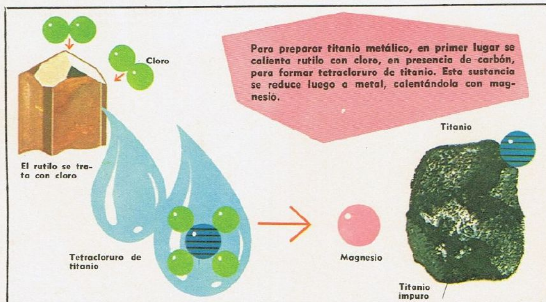
El método para la obtención del titanio metálico expuesto por el estadounidense W. J. Kroll, en el año 1949, consiste en convertir el titanio del mineral en tetracloruro de titanio, Cl_4 Ti. A continuación, se reduce éste a metal, haciéndolo reaccionar con magnesio. El metal así producido tiene el aspecto de coque esponjoso.

El procedimiento Kroll todavía se usa mucho en América y Japón, pero un método químico distinto, que exige el empleo de grandes cantidades de sodio, se practica actualmente en Inglaterra. Mediante él se obtiene el titanio en forma de gránulos grises y pesados.

Tanto en su forma esponjosa como granular, el metal es poco útil; para utizarlo en sus distintas aplicaciones es necesario consolidarlo y extraerle las burbujas de aire. Desgraciadamente, ello no se consigue fundiéndolo e introduciéndolo en un molde. El titanio funde alrededor de los 1.700°C, 200° por encima del punto de fusión del acero. A tales temperaturas, el titanio reacciona con el recubrimiento del horno y absorbe gases del aire, que inutilizan su estructura.

A veces, los gránulos de titanio metálico crudo se mezclan con otros metales en polvo para hacer aleaciones y,

Después de ser comprimido para formar un electrodo gigante, el titanio se introduce en un crisol. Se extrae el aire del crisol y el electrodo se va fundiendo y consolidando lentamente.



Para preparar titanio metálico, en primer lugar se calienta rutilo con cloro, en presencia de carbón, para formar tetracloruro de titanio. Esta sustancia se reduce luego a metal, calentándola con magnesio.

después de homogeneizados completamente, se introducen en una prensa de 2.500 toneladas, para convertirlos en bloques, que se sueldan, y formar un electrodo de unos 4 metros de longitud y casi una tonelada de peso.
Este electrodo se suspende de la parte superior de un horno y en la base se sitúa un crisol refrigerado por agua. Se extrae el aire y se hace saltar un arco eléctrico entre el electrodo y una pequeña cantidad de polvo de titanio, que se dispone en el crisol. El electrodo se funde lentamente, para formar un lingote. Se repite la fusión, controlando todo el proceso a control remoto.
Las grietas se descubren con ondas sonoras de alta frecuencia (ultrasonidos). Se trata de una técnica de ecos. Las grietas internas del metal actúan como espejos, reflejando las ondas y evitando que lo atraviesen. Cuando la señal no llega al otro lado de la pieza significa que hay una grieta.



El titanio se usa para la construcción de implementos quirúrgicos, porque no se altera en el interior del cuerpo. Así, poco a poco está sustituyendo al acero inoxidable, usado también para estos fines.

INGENIERÍA AERONÁUTICA

La industria aeronáutica necesita aleaciones ligeras, que puedan soportar las tensiones producidas en los vuelos a grandes velocidades. El titanio proporciona la solución. Su densidad es sólo el 60 % de la del acero, y, por otra parte, conserva su resistencia a temperaturas superiores a las que se consideran de seguridad para las aleaciones de aluminio y otras ligeras.
Esta industria utiliza el titanio para los álabes de las turbinas, y para recubrir los escapes, las conducciones de aire caliente y los bordes de las alas, expuestos a la erosión del aire.
Debido a su alta resistencia a la corrosión por ácidos, etc., este metal se usa también en la fabricación de recipientes y tubos anti-corrosivos para la industria química.
En mucha menor escala, aunque por la misma razón, el titanio está sustituyendo gradualmente al acero inoxidable en la fabricación de instrumentos quirúrgicos, tales como los implementos, pinzas, clavos y tornillos usados para fijar las partes rotas de un hueso.

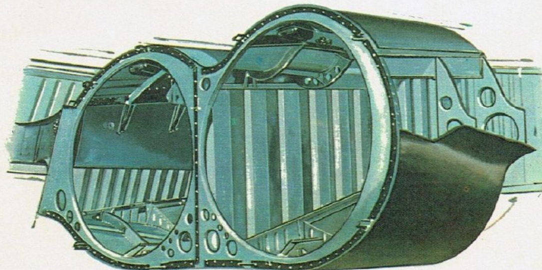
PROTECCIÓN DE LAS RADIACIONES

Las centrales nucleares usan titanio en muchos de sus componentes internos, porque este metal y sus aleaciones tienen la capacidad de impedir el paso de la radiación. El metal irradiado pierde rápidamente toda la radiactividad, permitiendo que las piezas sean fácilmente manejables, lo que simplifica el mantenimiento del reactor.

PIGMENTO BLANCO

Muchas pinturas y tintas blancas deben su color al pigmento bióxido de titanio, O_2Ti, único compuesto de titanio de alguna importancia real. Los pisos plásticos y los productos industrializados con cauchos blancos llevan incorporado este compuesto. Se rocía sobre las telas, para evitar el brillo innecesario, y se utiliza también para tratar los esmaltes y las tejas vidriadas, regulando color, opacidad y brillo.
La industria del papel utiliza el óxido de titanio de dos modos distintos. Puede incorporarse durante la fabricación —de modo que sus partículas queden completamente integradas en el cuerpo de la lámina, para reflejar la luz y que el papel aparezca blanco— o se puede extender sobre su superficie. Es frecuente cubrir los papeles gruesos con óxido, pero en los que se usan para expedir cartas por avión, que deben ser ligeros y no trasparentes, el óxido se mezcla con la pulpa durante la fabricación. El "papel encerado" para envolver es blanco porque se le añade óxido de titanio.
La extracción del titanio metálico y la fabricación de su pigmento son dos procesos completamente independientes. El pigmento no se hace con el metal, pues su punto de partida es también el mineral ilmenita, del que se obtiene triturándolo y disolviendo el titanio con ácido sulfúrico concentrado. Cuando la solución se enfría después de hervir, el hierro, que también fue disuelto, cristaliza y puede separarse. Concentrando aún más el líquido, nos queda el titanio en forma de cristales de sulfato de titanio hidratado.
Estos cristales se filtran y lavan antes de introducirlos en un horno rotatorio, en el que se extraen los gases sulfurosos, quedando partículas de bióxido de titanio impuro. Después de purificadas y reducidas al tamaño apropiado, están listas para ser mezcladas con la pulpa de papel o con la pintura.

Por su dureza, resistencia a la corrosión y ligereza de peso, el titanio se usa en la industria aeronáutica. En las paredes internas de los motores a reacción se utiliza titanio puro.



EL TITANIO COMO METAL DE TRANSICIÓN

A medida que recorremos la tabla periódica de izquierda a derecha, cada elemento aumenta en un electrón el número de los que tiene en la órbita externa, para llegar a una capa estable con ocho electrones. Pero, a veces, se añade algún electrón a una de las órbitas internas, que pueden tener hasta 18 y 32 electrones. El titanio es un metal que pertenece al llamado "grupo de transición". Todos estos metales tienen dos electrones en la órbita externa, aunque en la interna inmediata pueden tener entre 9 y 18 electrones.

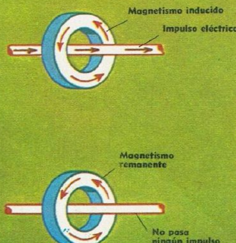
MEMORIAS DE LOS COMPUTADORES

La diferencia esencial entre una máquina de calcular y un computador o cerebro electrónico es que este último tiene *dispositivos de memoria*, que permiten el almacenamiento de la información. El operador de una máquina de calcular tiene que recordar (o anotar en un papel) cualquiera de los resultados intermedios que necesitará después. A veces, la misma máquina puede imprimir los resultados, aunque no leer su propia escritura, y, por tanto, no la usa como "memoria". El operador también debe decidir los fines de la información, de los datos, cómo manejarla, qué números deben ser sumados, sustraídos, etc.
Un computador no sólo puede recordar los resultados intermedios y reproducirlos después, sino también las intrucciones o *programas*. Incluso, algunos computadores están equipados con "memorias" tan grandes que recuerdan series completas de cantidades, las conservan y las registran continuamente, revisándolas a medida que tienen lugar nuevas operaciones, almacenándolas o volviendo a realizar los cálculos.
Existen diversos dispositivos que pueden usarse como "memorias", aunque los que se utilizan más corrientemente pertenecen a las tres clases siguientes: *núcleos de ferrita*, *tambor magnético* y *disco magnético*. Para acumular datos también se emplean cintas magnéticas análogas a las usadas en los magnetófonos, y los computadores son capaces de buscar en ellas la información requerida. Igualmente, las cintas suministran datos o sirven para que el computador escriba los resultados en ellas.

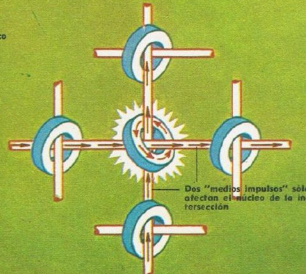
NÚCLEOS DE FERRITA

Estos dispositivos están compuestos por miles de elementos separados, muy simples, y cada uno es capaz de almacenar un impulso. Éste representa un 1 o un 0 y es llamado *dígito binario* (o elemento de información). Cada elemento consiste en un diminuto anillo o núcleo de un material especial, tal como la ferrita, que tiene propiedades magnéticas. Estos núcleos se conectan mediante hilos, para formar una especie de mosaico plano; los mosaicos se colocan unos encima de otros. Cada núcleo se convierte en un imán haciendo pasar una corriente eléctrica por uno de los alambres que atraviesan el anillo; la dirección de esta magnetización (o polaridad) depende del sentido de la corriente, y el núcleo permanece magnetizado aun después de que ésta deje de pasar. Si se invierte el sentido de la corriente, también se invierte la polaridad magnética del núcleo.
Sólo es necesario un breve impulso de corriente para magnetizar o invertir el magnetismo de un núcleo, aunque debe ser algo intenso. En el plano de los núcleos, cada uno tiene dos hilos principales que lo atraviesan. Estos hilos están dispuestos en columna y filas como una tabla de logaritmos, con un núcleo en cada intersección. Se puede enviar *medio impulso* a través de una columna y una fila, y, aunque aisladamente no bastaría para afectar un núcleo, lo consigue al combinarse en una intersección. Por ello, un plano de, por ejemplo, 100 núcleos, sólo necesita 20 hilos para "registrar" 100 elementos de memoria, usando los alambres por parejas. De este modo la memoria no sería útil, porque no tenemos ningún procedimiento para leer la información almacenada. Por esta razón, a través de cada núcleo del plano pasa, además, un tercer hilo, llamado *hilo sensor*. Siempre que un núcleo invierte su polaridad y varía el campo magnético se induce un impulso eléctrico en el alambre sensor. Para leer cualquier núcleo particular se envía un impulso 0 a través de los dos hilos principales que lo atraviesan. Si aquel núcleo contiene ya un 0 , no se recibirá nin-

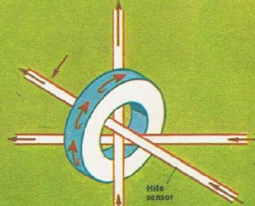
Los núcleos de ferrita pueden magnetizarse mediante un impulso eléctrico. La polaridad de la magnetización depende de la dirección del impulso.

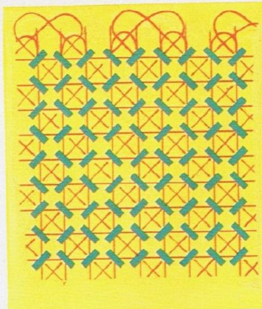


Un núcleo individual puede "seleccionarse" mediante un "medio impulso", que pasa a través de dos hilos. De este modo, sólo es afectado el núcleo de la intersección de los dos hilos.

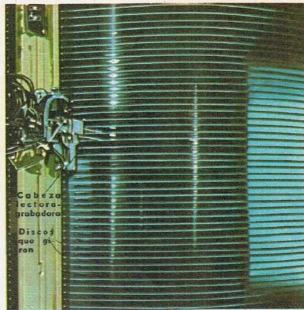


Un tercer "hilo sensor" atraviesa cada núcleo de un plano. Cada vez que un núcleo cambia de estado (o polaridad), se induce un impulso en el hilo sensor.





Los núcleos de una distribución de almacenamiento plana están ensartados con hilos por los que pueden pasar impulsos eléctricos, bien para "leer" la memoria o bien para "escribir" información en ella. Cada pequeño núcleo puede almacenar un dígito binario. Varios de estos planos se superponen para formar una unidad de memoria del tamaño adecuado.



Los discos de memoria son capaces de recordar grandes cantidades de información. La superficie de cada disco está dividida en surcos concéntricos, que pueden leerse mediante una cabeza lectora-grabadora dediforme.

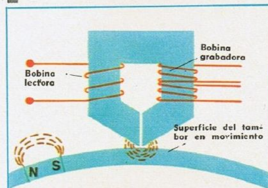
gún impulso en el hilo sensor. Si contuviese un 1, aparecería un impulso en dicho hilo. La lectura de la información contenida en un núcleo haría, normalmente, que la memoria "olvidase" todo lo que retenía. Esta dificultad se resuelve "reescribiendo" automáticamente la información almacenada; ello se consigue enviando un impulso "1" a cada núcleo cuyo contenido se leyó, mientras que un cuarto hilo inhibidor, que pasa a través de cada núcleo del plano, borra un "medio impulso" de cada núcleo del que no se haya recibido ningún impulso por el hilo sensor (esto es, que contiene un 0).

El tambor almacenador utiliza un cilindro (de material no magnético; por ejemplo, cobre) recubierto con un material magnético de propiedades análogas al usado en la fabricación de las cintas magnéticas. El tambor gira en forma uniforme, a una velocidad normalmente alta. Una cabeza lectora-grabadora, que consiste en un pequeño electroimán cuya distancia entre polos es muy pequeña, por lo que el campo magnético está concentrado, se dispone muy próximo a la superficie del tambor. Al pasar un impulso eléctrico por la bobina grabadora de la cabeza se magnetiza una diminuta región del recubrimiento del tambor, y la polaridad del magnetismo depende de la dirección del impulso de corriente. La lectura consiste, simplemente, en el proceso inverso. El paso de la región magnetizada induce un impulso en la cabeza lectora, cuya dirección depende de la polaridad de la magnetización. El tambor está dividido en columnas estrechas, de modo que cada una constituye una banda a su alrededor. Cada columna o conjunto de columnas puede disponer de una cabeza lectora grabadora, o bien una cabeza se mueve de una columna a otra, para seleccionar la que busca. Es posible que haya cientos de columnas sobre un tambor, y cada columna puede almacenar varios miles de caracteres, de modo que la cantidad de información acumulada suele ser muy grande, del orden del millón de caracteres en un tambor mediano.

Los discos de memoria son, en principio, muy parecidos a los tambores, salvo que las columnas están sobre las caras de los discos, de modo análogo a los surcos de un disco fonográfico. Estos surcos no son espirales sino circunferencias concéntricas. Muchos discos pueden almacenar información por ambas caras. Las cabezas lectoras - grabadoras están dispuestas sobre un brazo largo, que pasa entre los discos para explorar las caras. Con los discos de memoria se consiguen grandes capacidades de almacenamiento; de este tipo son los dispositivos que se usan para "almacenar" contabilidades completas o conservar totales para referencias instantáneas.

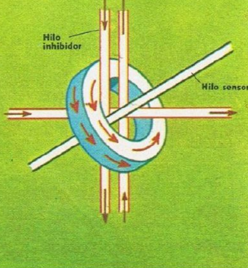
El *tiempo de acceso* de cualquier dispositivo de memoria tiene gran importancia. Se trata del tiempo que se tarda en escribir (o en leer) un dígito en o fuera de la memoria. El tiempo de acceso para una cinta magnética puede ser de varios segundos, y, para un núcleo de ferrita, de unos micro-segundos (es decir, millonésimas de segundo). Por esto, los computadores pueden trabajar rápidamente, resultando de gran utilidad.

Actualmente, están desarrollándose dispositivos de memoria con tiempos de acceso aún más cortos. Entre estos se encuentran los que emplean técnicas de *películas delgadas*, de materiales magnéticos, con sólo algunas moléculas de espesor, que se depositan sobre diversas sustancias. Suelen colocarse varias películas juntas para formar celdas, que, como los núcleos de ferrita, pueden conmutar uno de los dos estados. Debido a su tamaño extremadamente pequeño, cambian de estado magnético instantáneamente y necesitan muy poca potencia para conseguirlo.



Se puede almacenar información sobre la superficie de un tambor de memoria en forma de diminutas regiones magnetizadas, producidas por una corriente "grabadora" que atraviesa una cabeza lectora-grabadora. La polaridad de la magnetización depende de la dirección de la corriente. Cuando la cabeza pasa sobre estos pequeños imanes, se induce un impulso en su bobina lectora.

Se emplea un cuarto hilo "inhibidor" para volver el núcleo a su estado primitivo después de leerlo, y cancela un medio impulso, para evitar que se escriba un 1 en un núcleo que originalmente tenía almacenado un 0.



LA INFORMACIÓN

La información se almacena más convenientemente por medio de algún dispositivo mecánico eléctrico o electrónico en forma de "números binarios". En la aritmética común se usan diez símbolos diferentes para representar los números; los inferiores a diez se representan con una cifra; los mayores de nueve y menores que cien, con dos cifras, y así sucesivamente. Quienes están acostumbrados a usar la base diez, imaginan difícilmente el uso de otra base cualquiera, aunque, de hecho, pueda utilizarse. Los computadores usan el sistema "binario", cuya base es dos, y emplean los símbolos 1 y 0. Los números inferiores a dos pueden representarse por un dígito binario; los inferiores a cuatro, por dos; los inferiores a ocho, por tres, etc. De este modo, el número binario 1010 (léase uno-cero-uno-cero) es igual al número decimal diez.

AGUA DULCE DEL MAR

Para vivir, es necesaria una adecuada cantidad de agua dulce, que contenga un mínimo de minerales disueltos. Sin agua, las plantas y los animales mueren. En la tierra, el abastecimiento de agua depende, sobre todo, del propio sistema de purificación de la naturaleza, es decir, de la evaporación del agua superficial y de su caída, ya sea en forma de lluvia, nieve o granizo.

En muchas regiones del mundo, el hombre puede conservar agua haciendo pozos o embalses en los ríos. Sin embargo, existen lugares donde la falta de agua es un problema serio, que se agudiza en las islas relativamente pequeñas con gran densidad de población, tal como Hong Kong, las Bahamas y otras. Aunque llueva regularmente, no hay bastante agua como para poder satisfacer las necesidades.

Además de los déficit de este tipo, la demanda de agua aumenta diariamente. Es indispensable producir más alimentos para satisfacer las necesidades de toda la población del mundo, que sigue creciendo, y solamente se puede lograr irrigando y cultivando las regiones semidesérticas, donde llueve muy poco.

El consumo de agua y de combustible por persona nos da una idea bastante aproximada del nivel de vida de una comunidad. A medida que éste se eleva en muchas partes del mundo, aumenta el consumo de agua.

Hace algunos años parecía muy probable que las necesidades de agua dulce superarían las posibilidades naturales de abastecimiento. Por eso, mientras los ingenieros siguen buscando los pocos sitios que quedan para hacer perforaciones y pantanos, los científicos han empezado a investigar posibles procedimientos para producir agua dulce del más grande de los embalses naturales: el mar.

EVAPORACIÓN TIPO "FLASH"

Los primeros experimentos imitaron el método natural de separar la sal del agua del mar, es decir, la evaporación del agua. Cuando se calienta el agua del mar (o cualquier agua que tiene minerales disueltos), solamente se evapora el líquido, y las sales siguen en solución. En aquellas regiones que disfrutan de sol abundante ha sido posible instalar aparatos desalinizadores que funcionan con la energía solar.

Pero en casi todas partes es necesario quemar combustibles para conseguir energía y evaporar el agua. Como aquéllos son caros, conviene idear procedimientos que hagan más económico el uso de la energía calorífica.

En la destilación simple del agua del mar, a la presión atmosférica, se desperdicia bastante energía si no es aprovechado el calor que disipa el agua al enfriarse, cuando sale de los condensadores. En la práctica, el enfriamiento del agua es también una fuente de energía para los evaporadores. El calor extraído al vapor, cuando éste se condensa, sirve para evaporar el agua a continuación.

El punto de ebullición del agua varía con la presión. A la presión atmosférica normal (760 mm. Hg), el agua hierve a 100° C, pero, si la presión es el doble (1.520 mm. Hg), hervirá a 120,1° C. Entonces, si a una presión doble de la atmosférica se calienta el agua hasta 115° C, no hervirá. Pero si se reduce repentinamente la presión hasta una vez y media la normal, una parte del agua se evaporará muy rápidamente. (Se usa la palabra inglesa *"flashing"* para denominar el fenómeno que consiste en evaporar agua produciendo una depresión brusca.) Se conseguirá evaporar mayor



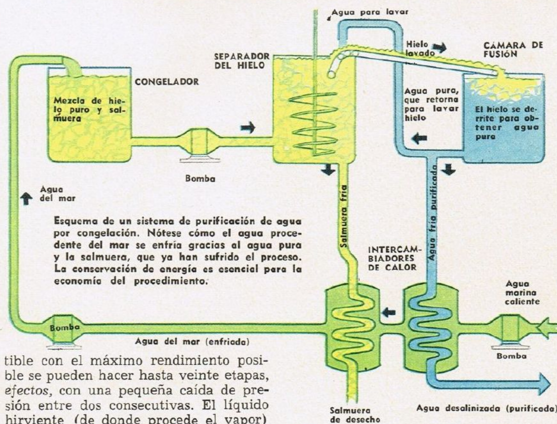
Resultaría costoso desalinizar agua marina en gran escala utilizando resinas cambiadoras de iones. Sin embargo, en los botes salvavidas se emplea este método porque el aparato es pequeño y no necesita fuente de energía.

Bolsa desalinizadora con una unidad basada en resinas cambiadoras de iones

Una parte del vapor de agua forma las nubes
La lluvia cae de las nubes
Parte de la lluvia se recoge en un embalse
La tierra absorbe parte del agua
El agua que rebosa del embalse fluye hasta el mar
El agua para regar la huerta se saca de un pozo con una bomba
La alcantarilla desemboca en el río
Vapor producido por la evaporación del agua del mar
La lluvia cae sobre la tierra
El agua es elevada por una bomba movida por el viento
La lluvia cae sobre la tierra
La lluvia penetra a través de los suelos porosos
La lluvia penetra a través de los suelos porosos
El agua no puede atravesar esta capa rocosa
El agua se acumula sobre la capa impermeable

CICLO DEL AGUA

Cuando cae la lluvia, parte del agua se evapora tan pronto como llega a la tierra. El resto puede quedarse sobre la superficie y penetrar en ella. Esto depende de las propiedades del suelo. Si es poroso, el agua se filtra hasta que llega a un estrato impermeable. El agua que se acumula sobre un estrato de este tipo puede dar lugar a un embalse subterráneo o descender por alguna pendiente y surgir en la superficie, en forma de manantial. Parte del agua absorbida por la tierra es tomada por las raíces de las plantas y vuelve a la atmósfera a través de las hojas.
El agua que queda en la superficie se une en arroyos pequeños, que corren hacia los ríos, los cuales, a su vez, van a parar al mar. La mayor parte del agua que usamos en las casas y en las fábricas también fluye hacia los ríos, después de haber sido tratada para extraer las impurezas.
El mayor embalse natural es el mar, cuya agua se está evaporando continuamente para formar nubes, que darán lugar a la lluvia; de este modo, se mantiene el ciclo que proporciona a las plantas y a los animales el agua que necesitan para vivir.



Esquema de un sistema de purificación de agua por congelación. Nótese cómo el agua procedente del mar se enfría gracias al agua pura y la salmuera, que ya han sufrido el proceso. La conservación de energía es esencial para la economía del procedimiento.

cantidad de agua si se disminuye aún más la presión (por ejemplo, hasta la atmosférica normal).
Esta es la base del sistema de *evaporación multiflash.* Para utilizar el combustible con el máximo rendimiento posible se pueden hacer hasta veinte etapas, *efectos,* con una pequeña caída de presión entre dos consecutivas. El líquido hirviente (de donde procede el vapor)

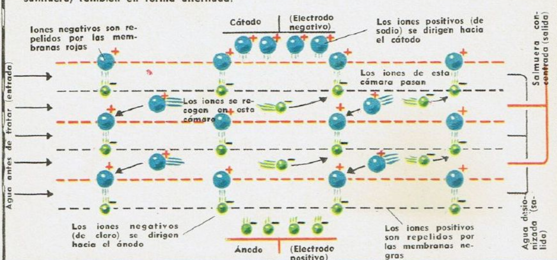
circula en una dirección a través de la planta, mientras su temperatura disminuye gradualmente. Al mismo tiempo, la temperatura del agua salada refrigerante aumenta al circular en la otra dirección. Una de las limitaciones de este tipo de plantas es que se forman depósitos cristalinos en las paredes de los evaporadores.

Para aumentar el rendimiento de un evaporador "multiflash" debe asociarse con una turbina que accione un generador eléctrico. Así se produce un ahorro recíproco. El vapor de baja presión del escape de la turbina es una buena fuente de agua dulce. Por otra parte, el agua salada que entra a las calderas puede usarse para condensar vapor, al mismo tiempo que se precalienta.

SEPARACIÓN POR CONGELACIÓN

Cuando se enfría agua salada hasta temperaturas algo inferiores a 0° C, sólo se congela agua pura, formando hielo, y las sales disueltas quedan en disolución (es decir, en el líquido). Entonces, si se puede separar el hielo de la salmuera, tendremos agua dulce al fundir el hielo. El calor latente de fusión del agua es mucho menor que el de vaporización. Además, las temperaturas normales del agua del mar están más cerca del punto de congelación que del de ebullición. Por ello, ateniéndonos a la economía, este método es bastante más atractivo que el de evaporación "multiflash".

Sin embargo, entraña dificultades técnicas, que deben superarse antes de generalizar este procedimiento. El problema principal consiste en separar los diminutos cristales de hielo de la salmuera, que tiende a adherirse en ellos. Los métodos que parecen más eficaces consisten en lavar los cristales de hielo con agua dulce (aunque esto parece un gasto inútil), o en usar una máquina centrifugadora.



El esquema muestra el principio de la purificación del agua marina mediante "electrodiálisis". El potencial eléctrico entre los dos electrodos de la celda hace que los iones positivos y negativos se dirijan hacia el cátodo y el ánodo, respectivamente. Sin embargo, las membranas extendidas a través de la celda impiden este movimiento. Las membranas impiden el paso de los iones positivos o negativos, alternativamente, de modo que los canales contienen agua desionizada y salmuera, también en forma alternada.

ELECTRODIÁLISIS

En este proceso, una corriente eléctrica continua fluye entre las paredes de cámaras estrechas, por las que circula agua salada. Esta corriente hace que el sodio y los cationes, por una parte, y el cloro y los aniones, por otra, se dirijan hacia las membranas cargadas que forran las cámaras. Estas membranas están cargadas, alternativamente, con electricidad positiva y electricidad negativa.

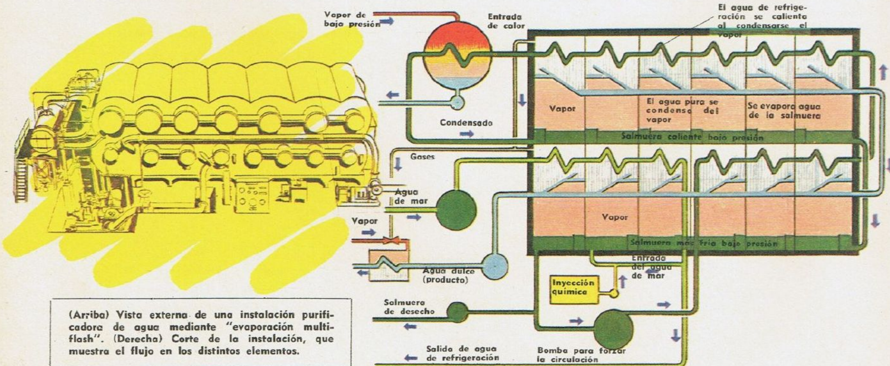
El potencial eléctrico existente entre las membranas desaliniza el agua en unos compartimientos, mientras que aumenta la concentración de la sal en los compartimientos alternos.

En la actualidad, se duda de que este proceso resulte factible para separar la sal del agua marina (que tiene una salinidad de unas 30 a 35 partes por mil). Sin embargo, es completamente satisfactorio para tratar aguas con 5 ó 10 partes por mil de sal en disolución.

OTROS MÉTODOS

En total, se han sugerido unos veinte métodos diferentes para desalinizar el agua marina, que llegaron a distintas etapas de desarrolo. El primer método empleado fue el de evaporación; así, no es sorprendente que la mayoría de los sistemas (incluyendo los usados en los barcos) se base en este principio.

Se está trabajando en la investigación y procedimientos de precipitación química, ósmosis y separación mediante disolventes orgánicos.



(Arriba) Vista externa de una instalación purificadora de agua mediante "evaporación multiflash". (Derecha) Corte de la instalación, que muestra el flujo en los distintos elementos.

FABRIL 26-11-65

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

EL VIAJE DEL MARINER IV

Los viajes interplanetarios exigen estudios previos minuciosos, que se inician con gran adelanto a la fecha prevista para el periplo del hombre por el espacio. Todavía no se ha llegado a la Luna y ya se está explorando el planeta Marte.

El caso de Marte es particularmente interesante, pues se trata de un planeta cercano (a sólo 215 millones de kilómetros del nuestro) que posee atmósfera, la cual, no obstante su enrarecimiento, contiene una discreta cantidad de oxígeno y vapor de agua. Asimismo, Marte presenta estaciones (veranos, inviernos, etc.) y dos casquetes polares de hielo semejantes a los de la Tierra; su temperatura es soportable para los hombres, sobre todo si éstos llevan trajes acondicionados, pues oscila entre 70°C bajo cero y 20°C. Puede considerárselo como un planeta cercano al Sol, pues ocupa el cuarto lugar en este sentido, algo más distante que la Tierra.

Todas estas características, bastante similares a las de nuestro planeta, han dado lugar a las más diversas teorías sobre la existencia de seres en Marte. Por la luz que irradia este planeta, los sabios dedujeron que, si hay vida vegetal en él, tiene que ser diminuta, rastrera, en forma de hierbas, líquenes y arbustos semejantes a los de las regiones cercanas a nuestros polos. Como prueba de existencia de vida en el planeta Marte se ha llegado a afirmar que sus famosos canales fueron construidos por seres inteligentes, con fines de irrigación, navegación, etc. Esta hipótesis ya se ha descartado, porque la anchura de dichos canales (unos 300 Km.) parece demasiado grande para que resulte una tarea viable.

Como se puede apreciar, hay muchas incógnitas que despejar en torno a Marte, y el hombre se dispone a aclararlas por medio de sus satélites artificiales y naves del espacio.

La serie Mariner abarca un tipo de naves espaciales sin tripulación, diseñadas para explorar los planetas Marte y Venus. Su misión consiste en acercarse a unos 10.000 Km. de estos planetas y tomar una serie de fotografías de zonas escogidas de la superficie.

El Mariner IV, lanzado hacia Marte el 28 de diciembre de 1964, tenía que enviar información sobre los canales, los mares, las condiciones de vida y los cambios de color del planeta. Cada fotografía abarcaría unos 200 Km. de terreno marciano y en ella se podrían observar detalles con dimensiones de unos 3 Km.

El satélite, de unos 240 Kg. de peso y forma de abanico, estaba provisto, entre otras cosas, de cámaras análogas a las de televisión, con lentes telescópicas de 30 aumentos. Fue lanzado en Cabo Kennedy (Florida), a fines del año 1964, y viajó durante siete meses y medio a una velocidad cercana a los 16.000 Km. por hora, para recorrer la órbita parabólica prevista hacia el planeta Marte, sensiblemente superior en distancia a la que separa en línea recta dicho planeta de la Tierra.

Varias estaciones de rastreo y seguimiento fueron comprobando el viaje del satélite. Entre estas estaciones, la más perfecta, desde el punto de vista técnico, es la de Robledo de Chavela (España). Las restantes estaciones que siguieron el viaje del Mariner IV fueron las de Cabo Kennedy, Goldtone, Woomera, Camberra y Johannesburgo.

El día 13 de julio de 1965, el Mariner IV se encontraba a menos de 500.000 Km. de Marte. El día 14 por la tarde, cuando se hallaba a unos 11.000 Km. del planeta, la estación de Johannesburgo le envió una orden para que iniciara la toma de fotografías y las enviase en código a otras estaciones de rastreo. Durante 25 minutos tomó otras tantas fotografías de las zonas marcianas correspondientes al desierto Elysium, la región de Trivium Chalonis, la llanura Zephiria y el Mar Cimmerium; la mayor parte de ellas fue tomada a unos 9.000 Km. de Marte, de forma que pudieran observarse detalles del planeta 100 veces menores que los divisados con los más potentes telescopios.

Las fotografías estaban compuestas por 200 líneas, y cada línea por una serie de puntos; los distintos matices de colores se recogían mediante 32 tonos de grises entre el blanco y el negro. Cada punto, según su matiz, se enviaba a la Tierra en forma de número clave. Los números recogidos por las distintas estaciones de rastreo se enviaron para su traducción y ordenación al laboratorio de Propulsión a Chorro de Pasadena (California), que tardaba ocho horas y media en componer una fotografía; de esta forma, se necesitaron unos 10 días para disponer de todas las fotografías que durante 25 minutos tomó el Mariner IV. Aunque dichas fotografías están todavía en estudio, parece que se ha descartado la existencia de vida en el planeta Marte y que la forma de su superficie, con numerosos cráteres, es análoga a la de la Luna. Un hecho curioso es que en las fotografías no han aparecido señales de ningún canal y deberían haberse observado perfectamente.

Para 1973 se tiene previsto hacer exploraciones más minuciosas de Marte por medio de cápsulas tripuladas. La nave espacial, hoy día en construcción, será análoga a la del proyecto Apolo, aunque mucho más perfeccionada, y la impulsará un proyectil Saturno; se acercará, en un viaje de ida y vuelta, a 4.500 Km. de la superficie de Marte; ya está designada y se halla en período de entrenamiento la tripulación de esta nave, que incluye: 2 médicos, 2 físicos, 1 geólogo y 1 ingeniero electrónico, cuyas edades oscilan, actualmente, entre 29 y 34 años.

CORREO DE LECTORES

A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.

Por eso, esta ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, que en un principio se había programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.

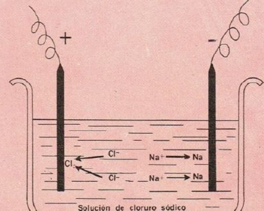
Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de TECNIRAMA, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la búsqueda y consulta de cualquier artículo.

ELECTROQUÍMICA

¿Cómo puedo averiguar qué tipo de corriente (continua o alterna) es la que circula por un conductor? P. R.

Existen varios procedimientos; los más llamativos, sencillos y formativos se basan en las leyes de la electrólisis, es decir, en el trasporte de la electricidad por los iones de una solución.

Como es sabido, cuando se disuelve una sal (por ejemplo, cloruro sódico) en el agua, se disocia en sus iones: cationes si tienen carga positiva y aniones si poseen carga negativa. En el caso del cloruro sódico se producirían iones cloruro (Cl^-) y sodio (Na^+). Si a esta solución se le aplican los terminales de un circuito eléctrico por el que circula





CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

una corriente continua, los cationes serán atraídos por el polo negativo (cátodo) y los aniones por el positivo (ánodo). Si la corriente es alterna, la polaridad de los electrodos está cambiando continuamente (unas 50 veces por segundo) y no se puede verificar este proceso; es decir, no se puede realizar la electrólisis con una corriente alterna.
Con este preámbulo comprenderá en seguida cómo se puede averiguar, mediante sencillos experimentos, la clase de electricidad que circula por un conductor.
Por ejemplo, se puede hacer una solución de cloruro sódico (sal común) en agua; en el recipiente donde se encuentra esta solución se introducen los dos extremos del conductor (previamente cortado), separados unos centímetros; si empiezan a desprenderse burbujas en alguno de los extremos es que por el circuito circula una corriente continua (se verifica la electrólisis) y, si no se aprecia ningún fenómeno, la corriente es alterna.
¿Qué es lo que sucede en el caso de la corriente continua? Según se observa en la figura adjunta, los iones cloruro (Cl^-) se dirigen hacia el ánodo, donde ceden el electrón que lleva cada uno, trasformándose en átomos de cloro; inmediatamente, se unen parejas de átomos de cloro para formar moléculas de cloro (Cl_2), que quedan en solución; por otra parte, los iones sodio (Na^+) se dirigen al cátodo, donde captan un electrón cada uno y se trasforman en sodio metálico; este metal reacciona de inmediato con el agua, para dar lugar a hidrógeno gaseoso (que se desprende en forma de burbujas) y soda o hidróxido sódico, que queda en solución; se verifica la reacción:



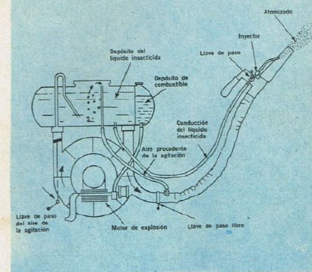
$$2\,Na + 2\,H_2O \rightarrow 2\,NaOH + H_2$$

En definitiva, se desprenden burbujas de hidrógeno por el polo negativo, la solución se hace alcalina por el hidróxido de sodio que se forma y, además, en ella queda cloro disuelto; este último elemento también puede desprenderse en forma de burbujas cuando la solución se satura de él.
Existe otro método mucho más simple, que se basa en el proceso anterior. Puede prepararse una solución de cloruro sódico (por ejemplo, al 10 %), que contenga unas gotas de solución de fenolftaleína; esta sustancia es un indicador que en medio ácido o neutro resulta incoloro, y en medio alcalino, rojo. Dicha solución será incolora o ligeramente rosada si la sal utilizada es impura.
Pues bien, para probar el conductor se aplican sus terminales a un papel de filtro (o papel secante) humedecido con la solución preparada. Si la corriente es continua, aparecerá una mancha rojiza en el papel cercano a alguno de los extremos del conductor, puesto que, al verificarse la electrólisis y formarse hidróxido de sodio, la solución queda alcalina y ello determina el viraje del indicador. Estas dos experiencias que hemos explicado se pueden comprobar fácilmente, utilizando una pila seca de linterna, que proporciona corriente continua.

Y PARA CONCLUIR...

ATOMIZADORES DE INSECTICIDAS

La eficacia de los insecticidas depende, en gran parte, de la técnica utilizada para aplicarlos. Durante los últimos años se ha diseñado una serie de aparatos ingeniosos con los que se realizan excelentes tratamientos insecticidas.
Entre ellos cabe destacar los atomizadores, de los que existen diversos modelos ajustados a las más variadas exigencic
Antes de la aparición de estos modernos aparatos, para aplicar sus formulaciones líquidas, el agricultor sólo disponía, prácticamente, de los pulverizadores. En éstos, el insecticida es forzado a salir, mediante aire comprimido o una bomba, por un inyector que lo pulveriza, a costa de frenar el impulso del líquido; por tanto, el alcance que se consigue con los pulverizadores clásicos es muy limitado (unos dos metros como máximo) y la pulverización resulta grosera (en forma de rocío).
En los modernos atomizadores, el líquido sale de forma análoga a los anteriores, es decir, impulsado por una bomba (en algunos modelos, sólo por gravedad o por el principio de Venturi) a través de un inyector, pero es recogido por una potente corriente de aire (que puede llegar a los 150 Km/h.) que lo impulsa y dirige, en forma de nube finísima, a considerable distancia (hasta unos 50 metros en los modelos mayores). Tanto la bomba como el ventilador que genera la corriente de aire son accionados por un motor de explosión. Una característica notable de casi todos estos aparatos es que, en breves instantes, pueden ser adaptados para aplicar insecticidas en forma de polvos, consiguiéndose rendimientos y alcances análogos a los obtenidos con formulaciones líquidas; por tanto, son, en realidad, atomizadores-espolvoreadores.
Los modelos más pequeños son de mochila, tienen una capacidad de unos 10 litros de insecticida y en su construcción se emplean, en lo posible, plásticos duros y ligeros, de forma que el peso total en vacío no suele pasar de los 15 Kg. En la figura se presenta el esquema simplificado de uno de estos aparatos; en este modelo, actualmente más perfeccionado, el líquido cae por gravedad, aunque también es succionado, en parte, por la corriente de aire; su alcance suele ser de unos 8 metros; en la carcasa que encierra el ventilador hay una ingeniosa comunicación con el depósito de insecticida, con objeto de que parte del aire producido sirva para agitar continuamente el líquido, lo que favorece la uniformidad de las emulsiones y de las suspensiones de insecticidas.



PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	50.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 24 de enero de 1966.

Nº 120

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **A. KELLOCK (McGraw-Hill, Text-Film Department), microfilmes. C. W. GARLAND (Massachusetts Institute of Technology), cómo prolongar la vida de un acumulador. J. FUSET TUBIÁ (Univ. Barcelona), moluscos bivalvos. C. W. DUNHAM (Yale University), hormigón reforzado y pretensado. J. E. HAINES (Minneapolis-Honeywell Regulator Company), control de la temperatura. F. CORDON (Instituto de Biología y Sueroterapia, Madrid), comportamiento de los animales. J. A. HYNEK (Northwestern University), la curvatura del espacio. M. S. KIVER (Electronic Packaging and Production), soldadura de transistores. S. ALVARADO (Cátedra de Biología, Univ. Madrid), genes ligados y mapas de cromosomas. R. D. BENT (Northrop Institute of Technology), sistemas de aterrizaje sin visibilidad. C. B. ALLENDOERFER (Univ. Washington), introducción a los números racionales.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicado en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 120

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

MICROFILMES. — Un experto se dispone a fotografiar un documento de grandes dimensiones, al que reducirá 200 veces, para un mejor aprovechamiento del espacio de archivo.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera
Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

El problema de la luz en los museos. — Investigadores del Instituto Mellon, en Pittsburgh (Estados Unidos), han descubierto que la luz natural e, incluso, la artificial pueden dañar considerablemente las obras pictóricas expuestas en los museos.

En el curso de sus trabajos demostraron que las radiaciones ultravioletas que acompañan a la luz del sol aceleran la velocidad de insolubilización de los barnices naturales y sintéticos; las pinturas se tornan descoloridas y con aspecto gredoso, y las telas se vuelven quebradizas. El contenido de luz ultravioleta de la luz natural puede ser tan elevado como el 7 % de las radiaciones comprendidas entre los 3.200 y 4.000 angstroms de longitud de onda.

Para prevenir o amenguar estos inconvenientes se han sugerido dos procedimientos. El seguido por la Galería Nacional de Arte de Washington consiste en utilizar filtros, para la luz ultravioleta, en forma de láminas de plástico, que se adaptan a todos los puntos de luz del museo, tanto naturales como artificiales. El otro procedimiento, puesto en práctica por la Galería Nacional de Londres, consiste en limitar y controlar el nivel de iluminación de las salas.

Últimamente, con fines más generales, se han elaborado filtros de luz ultravioleta para los tubos fluorescentes y, aunque su precio resulta tan elevado como el de los propios tubos, presentan la ventaja de que la vida de éstos se prolonga en forma considerable.



NOTICIAS DE MAÑANA

¿Debe cortarse el cordón umbilical al recién nacido? — El doctor Vardi, de la Facultad de Medicina de la Universidad de Budapest, está finalizando una serie de estudios clínicos para determinar cuándo se debe cortar el cordón umbilical a los recién nacidos.

Según el doctor húngaro, constituye un tremendo error separar el feto de la placenta inmediatamente después de ser expulsado. Argumenta sus aseveraciones sobre la base de que la placenta retiene unos 100 ml. de la sangre del niño, que se pueden recuperar por los propios medios naturales. En efecto, expulsados el niño y la placenta, unidos por el cordón umbilical, basta colocar ésta en una bolsa de plástico —situada, aproximadamente, a un metro por encima del recién nacido— para que se verifique una "trasfusión natural" y la sangre retenida en la placenta pase al niño, lo que se aprecia por la pulsación de los vasos umbilicales; al cabo de pocos minutos cesa la pulsación y puede cortarse el cordón.

Los resultados obtenidos por el doctor Vardi son evidentes: se incrementa la eficacia circulatoria del niño y sus reservas de hierro. Con esta sencilla operación se logra recuperar unos 90 ml. de la sangre almacenada en la placenta, cantidad considerable respecto al escaso volumen total de que dispone el recién nacido.

Tal forma de proceder está más de acuerdo con la conducta general instintiva de los animales y con la propia costumbre de los hombres, pues hasta el siglo XVII no se practicó el corte del cordón umbilical antes de ser expulsada la placenta. Se ignoran las causas que motivaron esta precipitada medida de los "hombres civilizados" que, por supuesto, no han imitado muchos pueblos "primitivos" y la generalidad de los monos.

Después de las investigaciones del doctor Vardi cabe esperar que los tocólogos y ginecólogos modifiquen su sistema asistencial del parto. Esta técnica ya está puesta a punto y se practica rutinariamente en el hospital de la Universidad de Budapest, de donde los interesados pueden obtener mayor información al respecto.

No se ha publicado nada sobre la conveniencia de practicar esta técnica de "trasfusión natural" en ciertos casos que exigen una asistencia especial. A este respecto, se puede mencionar a los niños cuyos padres presentan incompatibilidad de Rh; como es sabido, en estos casos hay que proceder con frecuencia a la sustitución inmediata y prácticamente total de la sangre del recién nacido por otra nueva.

Suponemos que seguir la técnica del doctor Vardi en estos niños puede ser contraproducente.

MICROFILMES

Una de las características del siglo XX es la inmensa cantidad de material impreso. Las revistas científicas, libros y tesis doctorales, que deben ser asequibles al investigador científico, atiborran las bibliotecas día a día. Cuanto mayor es una colección de literatura científica, menos manuable se hace, y crece la dificultad para extraer la información. Indudablemente, para almacenar los conocimientos es necesario un método más conveniente que imprimirlos en papel, y esta necesidad se puede remediar con el empleo de *microfilmes*.
El microfilme, que la imaginación popular asocia al servicio de espionaje, se empleó, por primera vez, en la guerra franco-prusiana de 1870. París estaba sitiada y, para enviar mensajes al exterior, sus habitantes ensayaron todos los medios, desde monedas huecas trasportadas por correos hasta troncos huecos flotando a la deriva en el Sena. El fotógrafo René Dagron sugirió a las autoridades la idea de los microfilmes. En un globo, abandonó París con su aparato y logró enviar microfilmes con palomas mensajeras. Cada mensaje se proyectaba en una pantalla para leerlo, y cada paloma trasportaba alrededor de 80.000 palabras en un microfilme.
Muchos de aquellos primeros microfilmes se han conservado, y proporcionan imágenes nítidas, incluso comparados con los modernos. La relación de reducción, que es el número de veces que el documento se reduce en tamaño sobre el microfilme, era muy grande: 1:200, aproximadamente.
Además de reducir las imágenes a miniaturas, el microfilme tiene otros usos interesantes. Es muy fácil conservar un conjunto de documentos importantes sometidos a estrecha vigilancia, cuando están fotografiados en microfilmes y ocupan un espacio relativamente pequeño. Los aviones, cuando viajan alrededor del mundo, pueden llevar con ellos sus esquemas de funcionamiento en microfilme, lo que permite hacer las reparaciones necesarias en cualquier punto. Resultaría muy engorroso llevar muchos cientos de planos en cianotipia.
Una de las aplicaciones más importantes del microfilme, en la actualidad, es el registro de documentos para los archivos. El papel que se suele emplear en la mayoría de los periódicos actuales se deteriora totalmente al cabo de 25 años. Pero sus copias en microfilme, que está libre de todas las impurezas químicas, durarán cientos de años.

TÉCNICA DEL MICRORREGISTRO

Las películas de los microfilmes son muy análogas a las ordinarias; esto es, están formadas por una base de acetato trasparente, cubierta por cristales de un haluro de plata en gelatina. Los granos de la emulsión de un microfilme son mucho más pequeños que los de las películas ordinarias, y, por ello, son películas de gran contraste.
Cualquier cámara de 35 mm., de calidad, con un buen objetivo, sirve para tomar un microfilme. La cámara debe montarse rígida, y, para comprobar si hay vibraciones, se toma una serie de exposiciones de una carta de ensayo de la lente. Si las líneas de la carta se reproducen con igual claridad cuando la cámara se gira 45°, podemos asegurar que el dispositivo está libre de vibraciones. El documento o libro a fotografiar

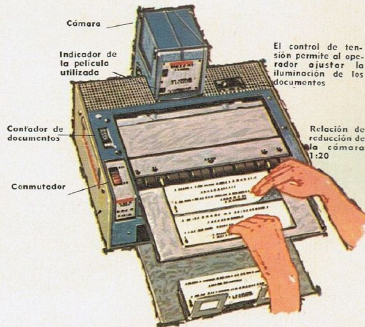
SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE LOCALIZACIÓN

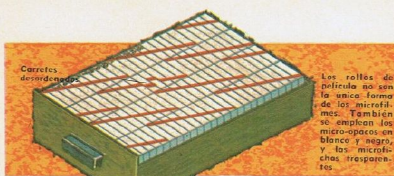
Los microfilmes de los documentos registrados a una reducción de, por ejemplo, 1:25 se cortan en trozos de 50 cm. de longitud. Cada mil trozos se montan sobre una especie de rollo, que tiene 50 cm. de ancho. Por tanto, cada rollo contiene 150.000 documentos, y una máquina con veinte rollos puede almacenar hasta tres millones.
Cuando se necesita un documento, se oprime una tecla de una máquina de escribir, que eleva el rollo en particular. Apretando algunas teclas más, se explora el rollo y se selecciona el cuadro buscado. Dicho cuadro se proyecta directamente sobre una pantalla o se puede ver en una pantalla de televisión, a cierta distancia. Las ventajas de este sistema consisten en que se pueden agregar o suprimir cuadros con facilidad, en cualquier momento. Si se completa el sistema con una copiadora electrostática, en medio minuto se puede obtener una copia de cualquier documento.



Aparato lector de microfilmes de 16 mm. La película se desenrolla o se rebobina girando una manivela. El rollo de película tiene la desventaja de que, para buscar un solo cuadro, es necesario examinar el carrete completo.

Cámara de microfilme portátil, empleada actualmente en muchas oficinas para fotografiar cheques, facturas, etc. Se hacen dos fotografías; una se guarda como un registro permanente, y la otra se utiliza para la referencia diaria.





Este cajón contiene 100 rollos de microfilmes, que pueden almacenar el material impreso contenido en unos 8.000 libros. Con fines de clasificación, se ha marcado una franja diagonal en la parte superior de cada diez cajas.

debe estar iluminado por igual; la luz dispersa reflejada no debe alcanzar la lente. Básicamente, hay dos clases de película: *carretes* y *láminas de película*. Los carretes o rollos de películas son la forma más económica y sencilla de almacenar microfilmes, los más corrientes son los de 35 mm. Suelen tener 30 metros de longitud, y contienen 800 cuadros completos o 1.600 medios cuadros. También se puede emplear película de 16 mm., fotografiada con cámaras de 8 mm., con lo que se pueden registrar 18.000 documentos en un solo rollo. Las grandes empresas bancarias emplean en sus cuentas de compensación cámaras de rollo para fotografiar los cheques antes de devolverlos. Las cámaras que se cargan con rollo de película son, en general, más rápidas y sencillas que las que utilizan láminas de película. Sin embargo, una desventaja de la película en rollo es que no resulta adecuada para una referencia frecuente. En las empresas de proyectos, donde las copias de diseños antiguos tienen que estar, con frecuencia, a disposición del dibujante, no se emplean los rollos de película, ya que se malgasta mucho tiempo en encontrar un simple esquema en un rollo. En su lugar, se recortan los cuadros individuales y se fijan sobre una ficha perforada.

En lugar de fotografiar las páginas de un documento con una cámara de rollo que avanza cada vez, se pueden fotografiar sobre una lámina de película. Cuando se ha completado una columna, la película se desplaza trasversalmente, y se comienza con la segunda columna. Un microfilme traslúcido, de este tipo (en general de 7,5 x 12,5 cm.) se denomina *microficha* y puede contener hasta 12 páginas de un periódico o 140 hojas de tamaño ordinario. Por ser muy nítido, resulta apto para el trabajo científico. De la misma forma que las trasparencias negativas ordinarias, se pueden registrar positivas sobre fichas o cinta. Estas positivas se llaman *micro-opacos* y, en ocasiones, el texto de un micro-opaco se imprime sobre la ficha litográficamente, con una prensa de impresión corriente. Los caracteres impresos en tinta de estas *microimpresiones*, que se emplean para hacer los registros de los archivos, tienen mayor permanencia que las imágenes fotográficas.

CÁMARAS PARA MICROFILME

Existen dos tipos de cámaras. Las de tipo *continuo* emplean rollo de película (usualmente de 16 mm.) y copian sólo documentos aislados; no son aptas para fotografiar libros. En estas cámaras, los documentos pasan por unos cilindros, delante de la película, que se mueve sincronizada con el documento. La película y el documento pasan a la vez, de forma que una está fija con respecto al otro. La entrada del documento en la cámara pone en funcionamiento automáticamente los dispositivos para tomar la fotografía. Algunas cámaras poseen una disposición de espejos para fotografiar ambas caras del documento a la vez, registrando las imágenes una al lado de la otra, sobre la película. Las cámaras continuas, alimentadas automáticamente, pueden registrar hasta 30.000 documentos a la hora. El otro tipo de cámara es la *planetaria*, que se emplea para fotografiar libros y dibujos. La cámara está rígidamente unida a una columna, por la que puede subir o bajar, y estos desplazamientos dependen del tamaño del papel que se ha de fotografiar. Las cámaras planetarias son mucho más lentas que las continuas, y es necesario avanzar la película cada vez.

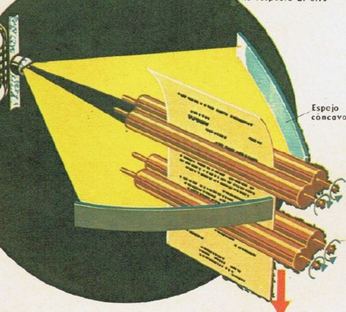
La relación de reducción, en los microfilmes para el trabajo comercial, varía de 1:12 hasta 1:40 (esto es, la imagen en la película es 40 veces menor que la original). Un documento de 25 x 20 fotografiado con una relación de reducción de 1:200 aparece como una diminuta mancha gris en el portaobjetos de un microscopio. Es posible conseguir una relación de reducción de 1:1.000 haciendo microfilmes de un microfilme. Con estos tamaños, es necesario el empleo de un microscopio para localizar la imagen fotografiada. Estas reducciones extraordinarias las hacen los espías para disimular mensajes microfilmados, que se confunden con puntos en un sobre escrito a máquina.

Pero, además de reducir la letra impresa sobre un microfilme, la técnica proporciona medios para ampliarla de nuevo, de modo que se pueda leer. En las grandes bibliotecas públicas, el lector dispone de aparatos proyectores de microfilme. Los equipos para micro-opacos y trasparencias tienen un diseño ligeramente distinto. En los aparatos de micro-opacos, la luz se refleja desde la ficha a una pantalla. El fondo blanco tiene mayor poder de reflexión que los caracteres negros, lo que permite que la imagen reflejada de la impresión aparezca sobre la pantalla. Los aparatos de trasparencias proyectan directamente la imagen ampliada sobre la pantalla, sin reflexión. También se utilizan monoculares para leer los micro-opacos. Hay aparatos copiadores más complicados, que, en poco tiempo, reproducen una copia ampliada del documento. Casi todos se basan en un proceso electrostático de copia (*xerografía*). Los departamentos de patentes, que están obligados por la ley a reproducir una patente a petición del público, utilizan máquinas de este tipo. Con el empleo de los microfilmes ha aumentado enormemente la reproducción de patentes.

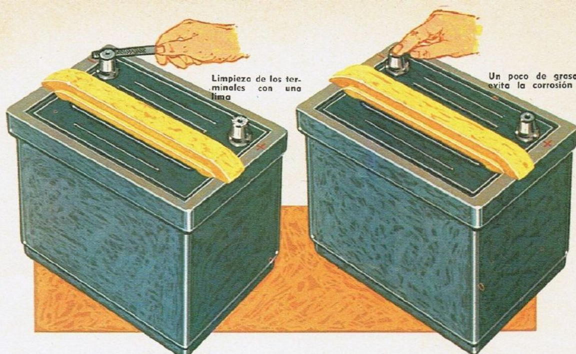
INFORMACIÓN AUTOMÁTICA CON MICROFILMES

En las grandes bibliotecas hay voluminosos índices de fichas, en los que los libros se clasifican por autores y materias. Cuando una gran biblioteca o el conjunto de los trabajos de investigación sobre un asunto determinado se registran en microfilmes, conviene hacer un índice de localización. Los sistemas que se han desarrollado para localizar un microfilme y conseguir datos son admirables por su velocidad. El más moderno permite localizarlo entre millones de documentos en unos segundos. Los recuadros del microfilme contienen un código, que el selector interpreta. En uno de estos sistemas selectores, el operador hace unas señales luminosas cuando el documento se está fotografiando sobre el rollo de película. El código luminoso se graba en forma de manchas negras en los bordes de la película, a lo largo de la imagen del texto. Una disposición similar se perfora en una ficha que lleva el nombre del documento. La ficha se coloca en el selector, y el carrete del microfilme se desenrolla rápidamente por detrás de ella. La ficha y la película se iluminan, y los rayos luminosos pasan por el código de la película y los agujeros perforados de la ficha, para incidir en una célula fotoeléctrica. Cuando la disposición de los agujeros de la ficha coincide con la de los puntos negros del microfilme, la célula fotoeléctrica no recibe luz y acciona un circuito que detiene el selector y proyecta el microfilme buscado.

Las imágenes de ambos lados del documento se registran una al lado de otra en la película



Esta cámara continua fotografía ambos lados de los documentos, que pasan sin interrupción.



Si los terminales de una batería se corroen, la elevada resistencia de las costras formadas reduce la corriente que entra en la batería, la cual puede quedar semi-cargada. Siempre que se advierta suciedad en los terminales, conviene limpiarlos con cuidado y protegerlos con una fina capa de grasa.

CÓMO PROLONGAR LA VIDA DE UN ACUMULADOR

Los coches modernos se ponen en marcha mediante un motor de arranque eléctrico; luego, es esencial que la carga de la batería se reponga en cada desplazamiento. De esta forma, la batería está dispuesta para poner en marcha el motor nuevamente.

Pero no sólo es muy molesto que la batería de un automóvil se descargue o vaya semicargada, sino que puede ser causa de que la vida de aquélla se acorte. Las placas de cada célula de la batería están expuestas a un daño irreparable cuando ésta se descarga. Sin embargo, tomando una serie de precauciones sencillas, la carga se puede mantener a un nivel satisfactorio, y la vida de la batería se prolonga por uno o varios años. Si deseamos reducir al mínimo los gastos que supone remplazar una batería, debemos procurar que su carga no disminuya excesivamente.

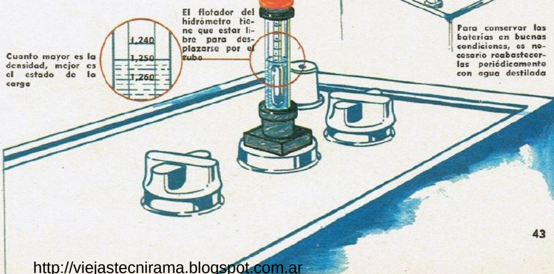
Una de las causas más frecuentes de que la batería se descargue es que no le llegue suficiente electricidad para reponer la carga. (En la batería, la energía eléctrica que proviene de la dinamo del coche se trasforma en energía química, y se almacena en esta forma hasta que se necesita electricidad.) Una deficiencia en el suministro de electricidad al acumulador se debe a defectos en la dinamo o en la trasmisión del motor a la dinamo. Sin embargo, un defecto de este tipo se pone en evidencia por un rendimiento insuficiente del equipo eléctrico del coche; por ejemplo, las luces no son muy fuertes. Las comprobaciones de rutina bastan para localizar estos defectos.

A veces, sucede que se consume la mayor parte de la electricidad producida por la dinamo (en la radio, faros antiniebla o pilotos), y no se produce la suficiente para recargar la batería. Los camiones de reparto y otros vehículos empleados en trayectos cortos están especialmente expuestos a que se les descargue la batería. Los arranques frecuentes del motor producen un gran consumo de corriente de la batería, y es necesario marchar unos catorce kilómetros para reponer la carga gastada. El único procedimiento satisfactorio, en estos casos, es cargar la batería con un rectificador conectado a la red, siempre que el vehículo no esté en servicio.

Aunque la dinamo funcione correctamente, la batería puede no recibir suficiente carga. Las costras formadas por la corrosión en los terminales de la batería presentan elevada resistencia eléctrica, y deben eliminarse en el momento en que aparezcan. Una fina película de grasa, extendida sobre los terminales, evita esta molestia sin que se incremente la resistencia eléctrica del circuito.

El volumen del ácido sulfúrico en las células del acumulador se reduce por evaporación y como resultado de la electrólisis, siendo necesario reponer la deficiencia, periódicamente, con agua destilada. A pesar de que la batería puede continuar funcionando cuando el nivel de ácido es muy bajo, las partes de las placas por encima del ácido están muy expuestas a dañarse al quedar secas. Además, esta parte de los electrodos no toma parte en la reacción química que almacena energía eléctrica. La batería debe estar siempre completamente llena, de forma que el ácido cubra los bordes superiores de las placas.

(Abajo) Medida de la densidad en una batería. Con ello se obtiene una buena indicación del estado de la carga. (Derecha) Reposición del líquido de una batería con agua destilada. Los bordes superiores de las placas tienen que quedar cubiertos.



MOLUSCOS BIVALVOS

A primera vista, las diferencias entre un berberecho y un caracol son mayores que su parecido. De hecho, parece difícil encontrar analogías entre ambos animales y, sin embargo, el caracol (un *gasterópodo*) y el berberecho (un *bivalvo* o *lamelibranquio*) son estructuralmente muy similares, y ambos se encuadran en el filum *moluscos*, una de las grandes divisiones del reino animal. Ambos poseen una cubierta protectora dura, un manto (una capa de tejido en forma de tienda de campaña, que rodea su cuerpo), una cavidad en el interior del manto, que contiene las branquias, y un pie muscular robusto.

Los antiguos moluscos, antecesores de los bivalvos, gasterópodos y demás animales de este tipo (cefalópodos, escafópodos y anfineuros) se arrastraron, con seguridad, por las aguas poco profundas, alimentándose con diminutos organismos que atrapaban con su lengua córnea y rugosa, llamada *rádula*. El agua que circulaba por la cavidad del manto limpiaba las branquias y les suministraba oxígeno.

Los gasterópodos han conservado su primitivo modo de vida. Todavía se mueven buscando su alimento y poseen una cabeza diferenciada, provista de la rádula córnea. Pero los bivalvos han recorrido un largo camino desde sus formas ancestrales de vida y se han trasformado en animales que filtran el agua para alimentarse. Exclusivamente acuáticos, agitan el agua con diminutos pelos o cilios, dispuestos, en general, en las branquias, haciendo penetrar en la boca pequeñas partículas de alimento.

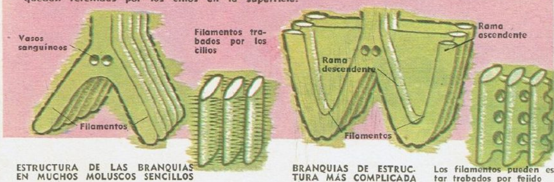
Al aumentar la importancia de las branquias, aumentó también su tamaño, y la cavidad del manto que las aloja se alargó a ambos lados del animal, a veces cubriendo enteramente su longitud. Los bivalvos son, por lo tanto, alargados y comprimidos lateralmente.

El manto se ha dividido en dos lóbulos, y cada lóbulo segrega un caparazón, de modo que su estructura final está formada por dos valvas, y no por una sola pieza.

Pero el manto ha permanecido ligeramente unido en la superficie superior (dorsal) por un ligamento —una banda elástica de material orgánico—, segregado en el interior o en el exterior de la charnela. Entre las valvas se extienden dos músculos: un *aductor anterior* y un *aductor posterior*, que, cuando se contraen, cierran las valvas y, al relajarse, permiten que se abran por acción del ligamento elástico de la charnela.

Los bivalvos, como animales que se alimentan filtrando el agua, no tienen, en realidad, una cabeza diferenciada, al igual que los caracoles. La boca está en la parte delantera, rodeada por dos largos palpos labiales; pero los órganos de los sentidos no se concentran en esta zona, y no tienen una rádula rasposa.

En los caracoles, las branquias son sencillas y están formadas por un tallo, del que salen filamentos plumosos; pero, en los bivalvos, los filamentos se han unido formando una estructura plana. En unos pocos bivalvos muy sencillos *(protobranqüios)*, las branquias están confinadas en una cavidad, en la parte posterior del cuerpo, y los filamentos son cortos. En las formas más desarrolladas, cada filamento se prolonga y se dobla hacia arriba. Las branquias se extienden de modo que ocupan prácticamente la longitud del cuerpo. El agua penetra en el caparazón por la parte posterior, donde el manto se extiende, con frecuencia, hacia atrás, formando dos sifones. El sifón más bajo toma el agua. Ésta no solamente provee al animal de oxígeno. Las partículas de alimento, en el agua, pasan hacia adelante y hacia abajo, atravesando el fondo de los filamentos de las branquias, impulsadas por el rápido batido del sistema de cilios. Durante su avance, las partículas quedan adheridas al mucus.



En los moluscos más simples —protobranquios—, las branquias son sencillas. Del "tallo" nacen dos filamentos, uno a cada lado, y estos filamentos se unen en dos capas. En los bivalvos más desarrollados, cada filamento crece primero hacia abajo y después hacia arriba, formando una sección descendente y otra ascendente. Se desarrollan dos capas a cada lado. El agua necesaria para la respiración penetra a través de los poros, pero las partículas alimenticias quedan retenidas por los cilios en la superficie.

ESTRUCTURA DE LAS BRANQUIAS EN MUCHOS MOLUSCOS SENCILLOS

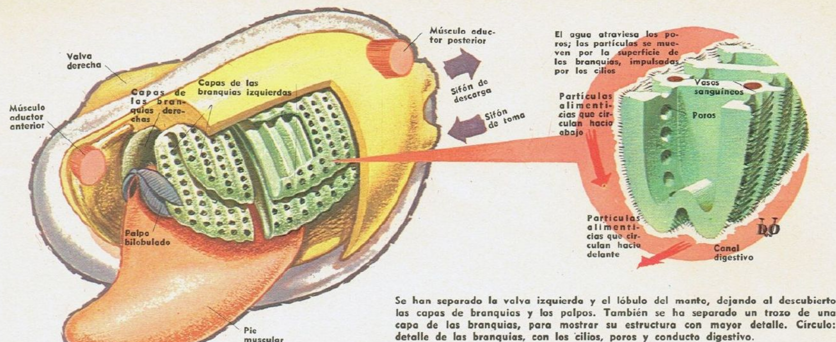
BRANQUIAS DE ESTRUCTURA MÁS COMPLICADA

Los filamentos pueden estar trabados por tejido

Desde las branquias, las partículas alimenticias pasan hacia los palpos labiales, alrededor de la boca. Dichos palpos son también ciliados, y el material que reciben puede pasar a la boca o desecharse, volviendo, por la acción ciliar, a lo largo de la base de las branquias para ser expulsado por el sifón superior. Los palpos labiales seleccionan las partículas más finas, que no tienen por qué ser las más nutritivas.

Los bivalvos no poseen una rádula masticadora, ni glándulas salivares. Las partículas alimenticias pasan a través de un corto esófago hacia el estómago. Los cilios del estómago clasifican de nuevo las partículas, y el material indeseable pasa directamente al intestino.

En el estómago tiene lugar una digestión preliminar. Las enzimas digestivas, que degradan los carbohidratos, se segregan en él de una forma muy curiosa. En un divertículo del estómago, está embebida una estructura correosa con aspecto de varilla, llamada *estilete cristalino*. La proteína que forma el estilete tiene absorbidas amilasa, glicogenasa y, a veces, celulasa digestivas. La acción de los cilios, en el interior del divertículo, hace girar el estilete y lo impulsa contra una placa dura, en la pared del estómago: la *placa gástrica*. El estilete se disuelve y libera las enzimas digestivas, pero las células que recubren el divertículo regeneran continuamente la estructura por su parte posterior. Por su acción rotatoria, el estilete actúa como una varilla de agitación y también como un torno; los hilos de mucus que portan el alimento pasan desde la boca al estómago.



Se han separado la valva izquierda y el lóbulo del manto, dejando al descubierto las capas de branquias y los palpos. También se ha separado un trozo de una capa de las branquias, para mostrar su estructura con mayor detalle. Círculo: detalle de las branquias, con los cilios, poros y conducto digestivo.

A continuación, las diminutas partículas alimenticias van, por un par de conductos, a la glándula digestiva. Las células que componen esta estructura absorben las partículas, y la digestión se completa en su interior *(digestión intracelular)*.

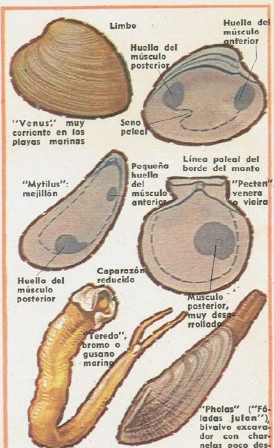
Los moluscos bivalvos, igual que los caracoles, conservan un pie muscular. El pie está situado entre los dos conjuntos de branquias, en la parte inferior *(ventral)* del cuerpo. Su forma y posición se alteran por contracción muscular, y la estructura se puede proyectar a través de la pared del caparazón. En uno de los grupos de bivalvos — los llamados bivalvos *normales*—, el pie está bien desarrollado, y el animal lo usa para desplazarse por la superficie (como los berberechos) o enterrarse (como las navajas). Las almejas gigantes del Pacífico y del Índico pertenecen a este grupo. Pueden crecer hasta alcanzar un metro de longitud, y su alimento no lo obtienen exclusivamente por filtración. Masas de pequeñas algas verdes unicelulares crecen en los tejidos de la almeja, y numerosas lentes enfocan la necesaria luz solar sobre ellas. Parte de estas algas es digerida periódicamente.

En el grupo de los bivalvos *sésiles*, el animal ha perdido, en general, su movilidad en estado adulto, y se adhiere fuertemente a las superficies. Esta forma estacionaria de vida va acompañada de modificaciones. El pie ventral se desplaza más y más hacia la parte delantera del molusco y, como consecuencia, el músculo aductor anterior se reduce o se pierde. En general, la forma de las valvas es muy asimétrica.

Casi siempre aparece un *biso* en algún período de su vida. El biso es una masa adhesiva de hilos divergentes, que nacen en un orificio situado detrás del pie. En el mejillón, el biso sale por la abertura de las valvas. La ostra perlífera reposa sobre una de sus valvas, y el biso emerge a través de una mella. La ostra común ha perdido el pie y el biso, y la valva está adherida en el fondo.

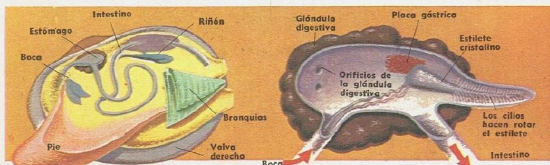
La venera o *vieira* del peregrino es, estructuralmente, un bivalvo sésil. El músculo aductor anterior se ha perdido, como resultado de la emigración hacia delante del pie, pero el músculo restante se ha robustecido. Mediante contracciones rápidas, las valvas chocan entre sí y expulsan el agua con violencia. Con ello dispone de un mecanismo muy eficaz para nadar, y el animal ha abandonado sus hábitos sedentarios.

La última división de los bivalvos es la de los *socavadores profundos*. A diferencia de los socavadores del grupo normal, estos animales han modificado mucho su forma de vida. Las valvas están muy poco articuladas; con frecuencia, han perdido totalmente el ligamento y permanecen siempre abiertas. Los sifones suelen ser enormes, en comparación con el resto del cuerpo.



(Arriba) Caparazón de "Venus". Las huellas muestran los puntos en que los músculos se insertan en el caparazón. La "línea paleal" marca los límites del manto. Una inserción de la línea paleal indica la posición de los sifones. (Centro) Mejillones, bivalvos sésiles con un músculo anterior poco desarrollado; las veneras lo han perdido. (Abajo) Formas excavadoras especializadas.

(Izquierda) Sección esquemática de un bivalvo, que muestra el tracto digestivo. (Derecha) Detalle del estómago de un bivalvo, donde pueden verse la placa gástrica, el estilo y la glándula digestiva.



HORMIGÓN REFORZADO Y PRETENSADO

El hormigón empleado como material de construcción tiene una gran resistencia mecánica, siempre que las cargas que se le apliquen ejerzan sobre él fuerzas de compresión. Pero cuando las fuerzas aplicadas al hormigón tiran de él en la dirección opuesta —cuando está sometido a tensión— es menor su resistencia.

Debido a ello, el hormigón ordinario no se emplea nunca si se supone que todas las fuerzas que van a actuar sobre él son fuerzas de tensión. Pero las diversas partes de la estructura de un edificio están casi siempre, como mínimo, en tensión parcial. La causa estriba en que las fuerzas que tienden a flexionar una viga producen, al mismo tiempo, compresiones y tensiones. Al flexionar una viga, su parte exterior tiende a estirarse y aparecen fuerzas de tensión. De la misma forma, la cara situada en el interior de la curva se acorta y se desarrollan fuerzas de compresión.

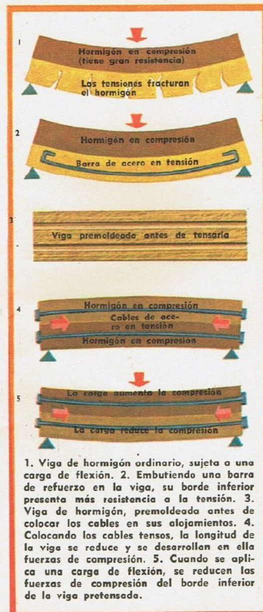
El hormigón ordinario tiene poca resistencia a la tensión, y si una viga, formada únicamente por hormigón, se somete a una carga de flexión constante, el hormigón que ocupa la parte que se comprime realiza su cometido a la perfección. Sin embargo, en la parte de la viga sometida a tensiones aparecen grietas y, finalmente, la viga falla.

Estas fuerzas de flexión se manifiestan en casi todas las partes de una estructura, excepto en las columnas y cimientos. En un puente, por ejemplo, el propio peso de la estructura desarrolla fuerzas de flexión. A esta carga muerta, que es constante, hay que agregar otra carga, que varía con el peso y la posición del tráfico sobre el puente.

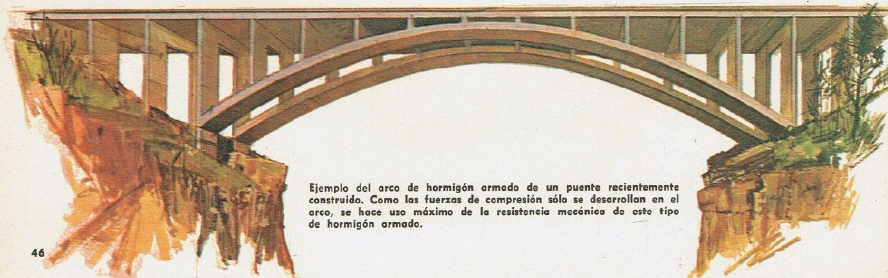
Las mismas fuerzas actúan siempre que una viga o un panel de hormigón —por ejemplo, en el suelo de un edificio— están apoyados sólo en algunos puntos. Incluso en las columnas verticales, como los puntales de los edificios altos, en que la mayoría de las fuerzas son de compresión, se encuentran presentes fuerzas de flexión. El viento, soplando contra la pared de un alto edificio, puede también crear considerables fuerzas de flexión.

Debido a que el hormigón ordinario no es en sí apropiado, se refuerza con barras de acero, que quedan embutidas en su estructura. Dichas barras soportan las fuerzas de tensión, mientras que el hormigón resiste las fuerzas de compresión. Se emplean diversos métodos para conseguir que las fuerzas de tensión se trasmitan del hormigón al acero, y que los dos materiales actúen conjuntamente. Con frecuencia, la superficie ligeramente rugosa, producida por oxidación, es suficiente para asegurar la unión, pero las barras mayores se dotan de una superficie especial o se deforman, para conseguir mayor interacción entre ambos materiales.

También es muy importante que el hormigón quede formando una masa compacta alrededor de las barras de refuerzo —no se deben formar bolsas de aire en el hormigón—. Para conseguir que el hormigón rellene completamente el armazón de refuerzo, suele vibrarse inmediatamente el molde cargado con hormigón húmedo, para que adquiera mayor compacidad.



1. Viga de hormigón ordinario, sujeta a una carga de flexión. 2. Embutiendo una barra de refuerzo en la viga, su borde inferior presenta más resistencia a la tensión. 3. Viga de hormigón, premoldeada antes de colocar los cables en sus alojamientos. 4. Colocando los cables tensos, la longitud de la viga se reduce y se desarrollan en ella fuerzas de compresión. 5. Cuando se aplica una carga de flexión, se reducen las fuerzas de compresión del borde inferior de la viga pretensada.

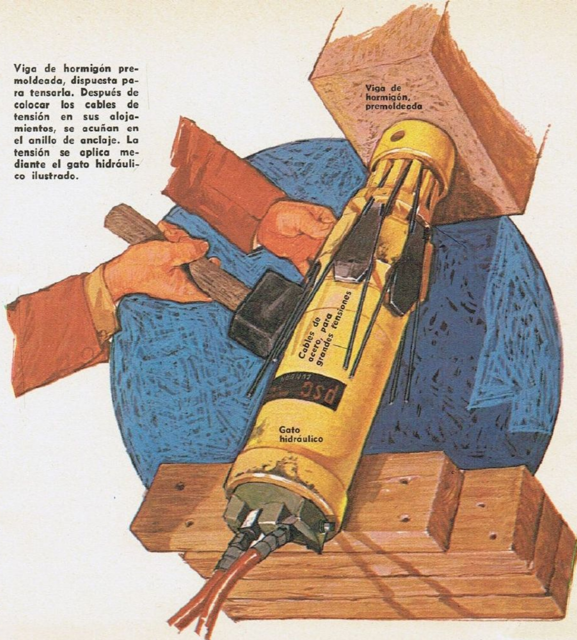


Ejemplo del arco de hormigón armado de un puente recientemente construido. Como las fuerzas de compresión sólo se desarrollan en el arco, se hace uso máximo de la resistencia mecánica de este tipo de hormigón armado.

El hormigón armado se introdujo en Francia hace aproximadamente un siglo, y en la actualidad disponemos de muchos miles de obras interesantes de arquitectura e ingeniería, fabricadas con esta técnica. Sin embargo, muchos de los mejores edificios han tenido que esperar para su realización a que se desarrollara el hormigón pretensado.

Las mayores desventajas del hormigón armado ordinario son su peso excesivo y su gran volumen. El hormigón situado en la parte de una viga sujeta a tensiones, por ejemplo, sirve fundamentalmente para contener las barras de la armadura y realiza poco trabajo propio. Esto es particularmente perjudicial cuando es grande la envergadura de las vigas. El peso de la viga llega a ser tan excesivo que casi toda la resistencia de la estructura debe intervenir para poder soportarlo.

El hormigón pretensado incluye fuertes barras de acero o cables, además de las barras ordinarias de refuerzo. Estos nervios pretensados se colocan en condiciones de alta tensión y, cuando la liberan, toda la masa de hormigón queda sometida a fuerzas de compresión y de flexión, que actúan en dirección opuesta a la carga muerta. Las fuerzas liberadas por los nervios de pretensión tienden a desplazar el centro de la viga en dirección opuesta a su propio peso. Las fuerzas de flexión en servicio son fundamentalmente las debidas a la carga viva y, cuando se aplica dicha carga viva, lo que sucede es que se anula parte de las fuerzas de compresión. La compresión primitiva que se comunica a las vigas es siempre superior a la tensión que puede producir la mayor carga probable que han de soportar.



Viga de hormigón premoldeada, dispuesta para tensarla. Después de colocar los cables de tensión en sus alojamientos, se acuñan en el anillo de anclaje. La tensión se aplica mediante el gato hidráulico ilustrado.

De esta forma, el elemento no trabaja nunca en tensión.

El pretensado es de dos tipos. El hormigón se moldea alrededor de los nervios en tensión. Cuando el hormigón se ha endurecido, los extremos de los nervios se sueltan, con lo que tratan de volver a su longitud primitiva, originando las fuerzas de pretensión en el hormigón. También se puede tensar el hormigón por otro procedimiento. Para ello, al moldear las vigas se dejan orificios o canales para alojar los nervios. Fraguado el hormigón, los nervios se alojan en sus orificios, se fijan por uno de sus extremos y se estiran, hasta que alcanzan la tensión deseada, por medio de un gato hidráulico, desde el otro extremo. Cuando se ha conseguido la tensión final, los nervios se fijan y se suelta el gato. Así, los nervios desarrollan las fuerzas de pretensión que son necesarias.

Mediante la aplicación del hormigón pretensado se ha hecho posible la fabricación de vigas ligeras y de perfiles atrevidos, que pueden soportar cargas mucho más pesadas. El aspecto airoso de los puentes de hormigón sólo puede conseguirse con dichos elementos. Como las vigas pretensadas se fabrican con menos hormigón se reducen los costos; por otra parte, las estructuras son mucho más ligeras, lo que permite hacer cimientos menos macizos.

HORMIGÓN PREMOLDEADO

En la construcción de muchas de las grandes estructuras de hormigón, éste se agrega sobre los refuerzos y se moldea en el lugar que ha de ocupar. Éste es el procedimiento de construcción "in situ". Sin embargo, cada día es más frecuente prefabricar ciertos elementos, como vigas, columnas, suelos, etc.

Al fabricar las piezas con independencia de la obra, para trasportarlas después a los sitios donde se han de utilizar, se puede ejercer un control más riguroso en la calidad. Cuando son necesarias muchas piezas idénticas, el número de unidades permite al fabricante emplear moldes y formas de gran calidad, para conseguir mejores productos con acabados perfectos, y más económicos. Otra ventaja, por supuesto, es que las condiciones climáticas no influyen en el trabajo; los distintos elementos se fabrican y se almacenan, listos para usarlos cuando sean necesarios.

Los cuerpos prefabricados de hormigón, de pequeño tamaño y formas normalizadas, se han empleado durante muchos años; pero, en la actualidad, se moldean componentes de muchas toneladas lejos del sitio que han de ocupar, donde se puede comprobar la calidad. Se han construido secciones enteras de túneles, con un peso de miles de toneladas, en "diques secos", siendo trasportadas después por el agua a su emplazamiento, para construir túneles para carreteras y vías férreas, bajo ríos y puertos. En Francia se está construyendo un puente de hormigón para una autopista, con piezas prefabricadas de veinte toneladas, que después se pretensan conjuntamente en el lugar de emplazamiento. Sin embargo, lo normal es que el peso de estas piezas esté comprendido entre tres y cinco toneladas, de forma que se trasporten con facilidad y se manejen en la obra con grúas corrientes.

El procedimiento de las piezas prefabricadas ha sido el factor principal del desarrollo de los diversos sistemas de construcción industrializada, para los que se fabrican unidades tan grandes como secciones de paredes (o incluso habitaciones completas), en factorías, y se arman en el lugar de emplazamiento, de modo análogo a las construcciones infantiles.

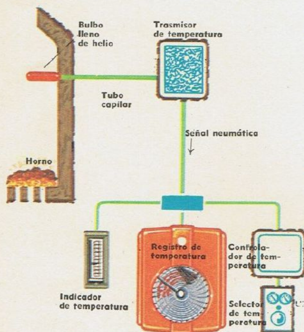
CONTROL DE LA TEMPERATURA

Los reguladores de temperatura son los instrumentos que se necesitan para mantener el agua de un acuario tropical a 20° C. o para conservar constante la temperatura de una estufa, y para evitar el sobrecalentamiento de los radiadores o de los reactores nucleares. Son muy necesarios, útiles y no muy complicados.

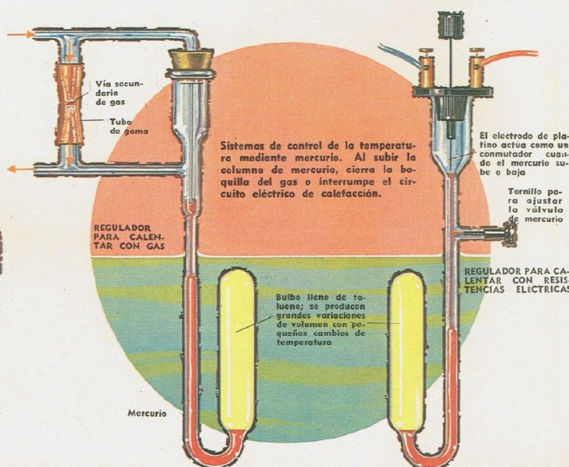
El calor pasa a un cuerpo cuando se pone en contacto con otro que está a temperatura superior, pero el cuerpo que recibe el calor también lo pierde si el medio ambiente se encuentra a menos temperatura, debido a las imperfecciones del aislamiento. La velocidad con que un cuerpo se calienta depende de la diferencia entre estos dos flujos de calor. Todos los cuerpos que se calientan se comportan como depósitos con fugas (perforados), y, por muy bien aislados que estén presentan siempre un escape de calor. Por ello, para mantener un baño químico, o un objeto sólido, a temperatura constante, tenemos que estar suministrándole calor en todo momento, para compensar las pérdidas. Debido a las fluctuaciones variables de temperatura, no es constante el ritmo con que se suministra el calor. En el laboratorio, los aparatos que deben mantenerse a temperatura constante se colocan en un baño (o en una estufa). El baño, provisto de un agitador, se coloca a la temperatura prevista con un calentador potente, y, a continuación, se mantiene a dicha temperatura, conectando y desconectando un calentador de menor potencia. El regulador de temperatura decide cuándo se conecta o desconecta el calentador. La sensibilidad a los cambios de temperatura depende del tipo de regulador utilizado. Siempre es aconsejable un calentador de poca potencia y una velocidad de agitación elevada, ya que conserva el baño a una temperatura más uniforme que un calentador más potente, con una velocidad de agitación menor.

EL TERMOSTATO

La diferente dilatación térmica de dos metales es el principio de los *termostatos* ordinarios, empleados en las planchas eléctricas o en los acuarios. Si una lámina de aluminio se fija a lo largo de una lámina de acero y se calienta, el aluminio se dilata más que el acero y la lámina se comba. Si la corriente fluye por la lámina, por ejemplo, al formar parte de un circuito eléctrico, la flexión puede provocar el desplazamiento de un contacto eléctrico y el circuito de calefacción se abre. Al enfriarse la lámina bimetálica, vuelve a su posición primitiva y el contacto se reanuda. El contacto que toca la lámina se monta sobre un tornillo ajustable, de manera que la temperatura a la que se interrumpe el circuito se regule a voluntad. Estos termostatos bimetálicos no son tan sensibles como los de mercurio o los sistemas electrónicos. Los reguladores de temperatura de mercurio son, simplemente, termómetros modificados. Se emplean para controlar la temperatura de los líquidos. El mercurio está confinado en un tubo en forma de U, que termina en un gran bulbo o espiral lleno de *tolueno*, *anilina* o algún otro líquido que cambie de volumen notablemente cuando se caliente. También debe poseer un punto de ebulli-



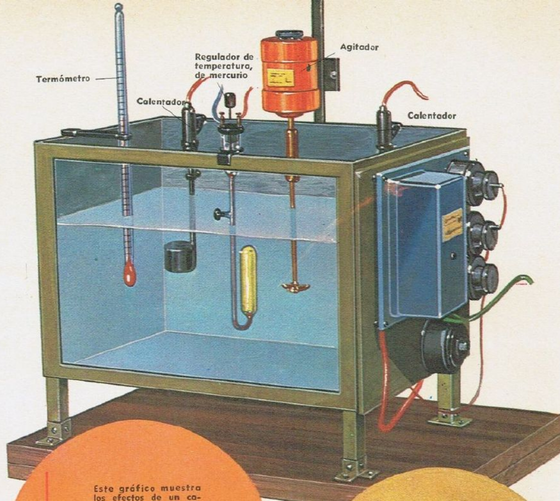
Sistema neumático de control de temperatura. Los cambios de presión en el bulbo dan lugar a señales neumáticas, que van del trasmisor al indicador, registro y sistema de control.

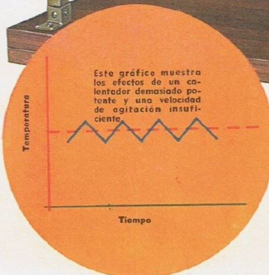


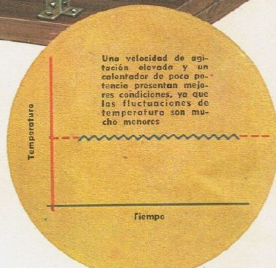
Sistemas de control de la temperatura mediante mercurio. Al subir la columna de mercurio, cierra la boquilla del gas o interrumpe el circuito eléctrico de calefacción.

ción elevado, pues sería un inconveniente que hirviera. El bulbo de tolueno se sumerge en el baño de temperatura constante y, al calentarlo, el tolueno se expansiona y empuja el mercurio. En los baños o estufas calentados por gas, el mercurio, al subir, cierra la boquilla afilada, y el suministro de gas se corta. En los reguladores de temperatura que operan sobre el suministro de gas, es necesario dejar que éste fluya por una vía secundaria estrecha, para que, al interrumpir el suministro principal, los mecheros no se apaguen. Si no se dispone este paso secundario, al restablecer el suministro principal, el gas no ardería y, además de no calentar, constituiría un serio peligro. Los reguladores de temperatura para las estufas corrientes de gas, basados en la expansión térmica de un tubo largo de latón, llevan también esta importante vía secundaria.

Cuando se calienta con resistencias eléctricas —como sucede con los hornillos eléctricos—, se dispone un conductor en contacto con el mercurio, en la base del tubo en U. En la parte superior del tubo va otro terminal, cuya distancia a la superficie del mercurio se puede regular. Cuando el mercurio sube por expansión del tolueno, hace contacto con este último terminal, y se abre un circuito. Al enfriarse el líquido, el mercurio se retira y la calefacción se restablece. El mercurio del tubo sólo actúa como un conmutador sensible del circuito de calefacción; no fluye una corriente intensa a través del mercurio. Este tipo de termómetros de control se emplea para mandar un relé, que abre o cierra el circuito calefactor.







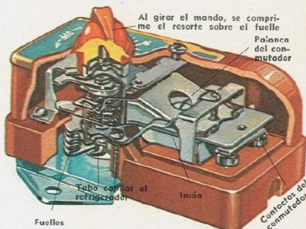
Uno de los métodos más sencillos para controlar la temperatura es el empleo de los "termocolores", que son un conjunto de lápices de marcar de distintos colores. Se practica una marca con cada lápiz sobre el recipiente cuya temperatura se desea controlar. A medida que la temperatura de la superficie se eleva, la marca cambia de color a temperaturas fijas y características para cada lápiz. Los lápices se fabrican con sales de cobre, cobalto, uranio y otros metales. Cada sal sufre un cambio químico a una temperatura determinada, que se traduce en un cambio en el color del compuesto químico. Estos lápices son útiles para trazar una "isoterma" (una línea sobre una superficie, que tiene todos sus puntos a la misma temperatura) sobre un motor o para localizar defectos de aislamiento en un sistema térmico. Sería ideal disponer de una termopintura que señalase los cambios de temperatura sobre toda la superficie a la que se aplicara, por medio de cambios de color; pero tal sustancia no ha sido descubierta todavía.

REGULADORES ELECTRÓNICOS DE TEMPERATURA

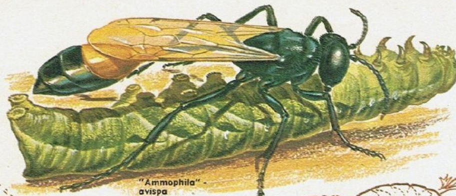
Se utilizan para medir altas temperaturas en el interior de un horno. Se coloca un termómetro de resistencia (formado por un hilo de resistencia en espiral, dentro de un tubo de porcelana) en el horno o zona de alta temperatura y se hace pasar una corriente a través de él. Como la resistencia eléctrica cambia con la temperatura, la intensidad de la corriente, a través de la espiral, varía con los cambios de temperatura. Los cambios de corriente pasan a un circuito eléctrico, donde se trasforman en una señal que acciona el calentador del horno. En lugar de una resistencia, para los baños de temperatura constante se puede emplear un tipo especial de dispositivo semiconductor, llamado *termistor*, que controla la temperatura con una sensibilidad de 0,002° C. Los reguladores electrónicos de temperatura son los más sensibles que existen.

Un tipo de baño de temperatura constante, utilizado para controlar reacciones en los laboratorios químicos. Se emplean dos calentadores de poca potencia, para conseguir una distribución de la temperatura más uniforme.

Termostato de un refrigerador. Las variaciones de temperatura hinchan y deshinchan el fuelle, que abre o cierra un conmutador magnético.















Esta especie de avispa cazadora realiza una complicada serie de actos, antes de poner sus huevos. La hembra excava un agujero en el suelo. A continuación, busca una oruga y, cuando la encuentra, le clava el aguijón —no para matarla, sino, simplemente, para paralizarla—, la arrastra al agujero y pone los huevos sobre ella. Al nacer, las larvas se alimentan de su cuerpo. La avispa no ha visto nunca a otra compañera realizar esta tarea, ni verá nunca a sus hijos comer la oruga. Todo el proceso se realiza por instinto.

Los mecanismos defensivos son instintivos y no requieren aprendizaje. El puerco espín eriza las púas cuando lo amenaza un peligro; los gatos bufan y arrugan la piel; algunos animales, como el pulpo, producen colores que atemorizan.



La zarigüeya tiene un curioso mecanismo de defensa: finge que está muerta y su cuerpo queda fláccido, sus ojos se cierran y su corazón late lentamente. Cuando el peligro pasa, el animal revive con rapidez.



La oruga de la mariposa nocturna Cerura, cuando se siente en peligro, esconde su cabeza en el interior del tórax, con lo que éste se hincha y presenta dos bultos prominentes, semejantes a ojos. Además, un par de látigos bate el aire sobre la oruga.



COMPORTAMIENTO

El tordo no ha recibido lecciones para construir su nido, ni la araña de jardín para tejer su tela. Sus acciones son instintivas, innatas, y no necesitan aprenderlas.

Los instintos son corrientes en el reino animal, en especial entre los órdenes más inferiores de la vida, y a ellos se debe, en gran parte, el comportamiento animal —cortejo de la hembra, cuidados de la prole, migraciones y reacciones ante el peligro—. Las acciones de los animales suelen iniciarse cuando uno o más órganos de los sentidos son estimulados. Basta un ruido fuerte para que los animales huyan o se agazapen en el terreno. La construcción instintiva de los nidos o el tejido de telas y capullos es perfecta desde un principio. Las orugas de diferentes especies de mariposas nocturnas tejen sus capullos una sola vez durante su vida, pero lo hacen a la perfección. No importa que un pajarillo se haya criado aislado de sus padres para que construya el nido exactamente igual, e incluso empleando los mismos materiales. Pero ciertos instintos, como el de caminar, que también es propio del hombre, requieren tiempo y práctica para alcanzar la perfección.

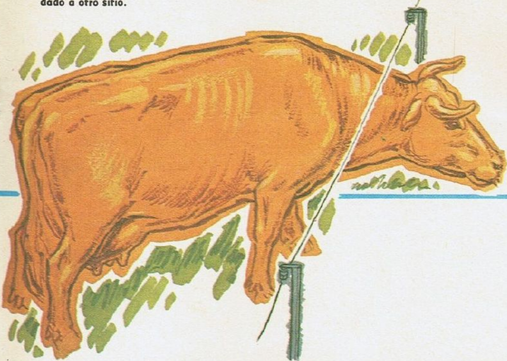
Cada especie animal posee su propio grado y tipo de instintos diferentes, y todos los miembros de la especie se comportan, generalmente, de manera análoga frente al estímulo. Los instintos constituyen una herencia tan característica del animal como las estructuras que conforman su cuerpo.

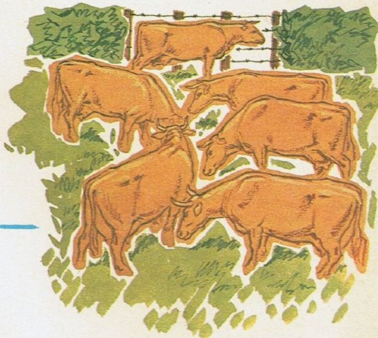
Los bebés no poseen el instinto de caminar. Las células nerviosas responsables de esta función no están todavía totalmente desarrolladas. El instinto de caminar requiere tiempo antes de llegar a ser perfecto. El montar en bicicleta o conducir un coche no es instintivo, y la coordinación muscular necesaria debe ser aprendida con la práctica.





El instinto de pastar de la vaca se puede modificar mediante descargas eléctricas, que recibe al tocar una cerca de alambre. La vaca no trata de pasar al otro lado, sino que estira el cuello, sacándolo lo más posible, pero sin tocar el alambre. Al llegar la hora del ordeño, las vacas se reúnen en un punto del terreno, aun en el caso de que la puerta se haya trasladado a otro sitio.





DE LOS ANIMALES

Los instintos son intencionales y, aunque se llevan a cabo sin aprendizaje o causa aparente, cumplen una función definida y, en general, valiosa. El topo arranca de un bocado la cabeza de los gusanos que desea conservar para su alimentación. El cuerpo se conserva vivo, pero privado de la cabeza no es capaz de enterrarse y escapar. Más complicadas son las proezas de ingeniería del castor, que derriba árboles, los trasporta por canales construidos al efecto y levanta presas con ellos.

Un comportamiento instintivo muy variado se asocia al cortejo de la hembra en las distintas especies. Un ejemplo común es el paseo provocador de los faisanes y pavos. Los colirrojos celebran concursos de canto, los chorlitos alardean de su potencia de vuelo, mientras que los ciervos y otros animales se entregan a pruebas de fuerza.

Más asombrosos son ciertos instintos que impulsan a emigrar de una región. Cuando su población crece desmesuradamente, los *lemings*, roedores del tipo de las ratas de agua, inician una emigración sin retorno, en masa, desde sus lares, y no se detienen hasta que encuentran un nuevo territorio sin ocupar. El número de muertos es considerable, pues estos animales son presa fácil durante su huida, y muchos más se ahogan en los ríos y mares que encuentran en su camino. Emigraciones similares se han observado en el *springbok*, antílope saltador del sur de África. Menos cuantiosas son las emigraciones estacionales de aves y otros animales, que viajan regularmente desde las zonas en que se reproducen hasta aquellas en las que pasan el invierno.

Los animales que viven en comunidades tienden a imitar las acciones de los demás. Dicho instinto se llama *mimesis* y también se observa en el hombre; si una persona bosteza, otra la imita. El valor de todos los ejemplos de mimesis no es claro; pero, sin duda, la imitación de los demás tiene cierta ventaja para la supervivencia. Si un animal atisba el peligro y huye, los que lo siguen evitan también las consecuencias.

El instinto de la conservación propia es universal en el reino animal, aunque, en la época de la cría, el instinto de protección

El reclamar sus propios territorios es un comportamiento instintivo enérgico que presentan animales y aves, particularmente en la época del celo. Las aves suelen indicar sus dominios cantando en sus límites. El bisonte europeo marca los árboles con los cuernos y deja su olor; el antílope impregna los árboles con una secreción olorosa de una glándula especial, situada debajo de los ojos.





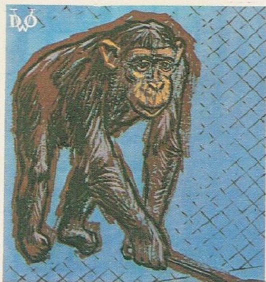
Un pollito, en el interior de un huevo, pica instintivamente la cáscara para abrirse paso hacia el exterior. Sin este instinto, el pollito moriría asfixiado dentro del huevo. Lo que puede comer o no es resultado del aprendizaje. Al principio, el polluelo pica cualquier cosa: piedrecitas y madera. Por asociación, aprende a distinguir los objetos que le sirven para su alimentación.

Algunos instintos actúan siempre sobre los animales, como las actitudes defensivas y los cambios de color, asociados a la defensa. Otros instintos aparecen sólo en ciertos períodos. Estas apariciones periódicas de los instintos se deben, con frecuencia, a la acción de las "hormonas" —sustancias químicas secretadas por glándulas internas del cuerpo—. Las hormonas se vierten en el torrente circulatorio y así alcanzan el cerebro. Por alteración del equilibrio hormonal, se pueden conseguir, con frecuencia, cambios notables en el comportamiento del animal.
La actividad de las hormonas no es en sí la causa directa de una conducta determinada, pero hace posible una serie de acciones instintivas cuando se recibe la señal apropiada del mundo exterior. En los períodos de celo, por ejemplo, los machos de las aves pueden exhibirse ante las hembras de la misma especie, mientras que la aparición de otro macho desencadena una conducta agresiva.
En ocasiones, los impulsos instintivos pueden ser tan poderosos que producen un comportamiento sin el estímulo exterior adecuado. En ausencia de la pareja, las aves y animales cautivos pueden exhibirse, por sustitución, a sus cuidadores.
Los instintos son, sin duda, de gran valor para los animales, puesto que, gracias a ellos, sobreviven, se aparean con éxito y cuidan su prole. Se han desarrollado a través de largos períodos, por un proceso de selección natural. Los individuos que observan cierto comportamiento, sobreviven, y lo trasmiten a sus descendientes.

a los pequeñuelos puede incluso superarlo. Muchos animales permanecen junto a sus crías y luchan con los agresores, de los que, en circunstancias normales, huirían. Algunas aves constructoras de nidos, como la alondra, ofrecen un ejemplo muy claro. Cuando el agresor se acerca al nido, los padres atraen su atención chillando y agitando las alas.
Como no existe ninguna premeditación o razonamiento tras los instintos, sus funciones aparecen, a veces, deformadas. Así, el pingüino emperador macho incuba los huevos puestos por su compañera, manteniéndolos entre las patas. Pero si no encuentra huevo disponible, ciego por el instinto, lo sustituye por una piedra redonda. Las aves alimentan a sus crías porque la visión de sus picos abiertos es la señal que desencadena el suministro de alimentos, y no se paran a considerar si es su propio hijo o no, puesto que depositan el alimento en cualquier boca que lo reclame. Se sabe de mirlos que alimentan a los hambrientos polluelos de los herrerillos; los padres adoptivos alimentan sin ninguna vacilación a los cucos jóvenes depositados en sus nidos.
La conducta instintiva, sin el más mínimo propósito aparente, se da en animales separados de su ambiente natural. Los perros continúan desenterrando huesos aunque reciban una alimentación regular, e incluso suelen dar unas cuantas vueltas antes de tumbarse, como si estuvieran alisando la hierba para prepararse un lecho cómodo.

APRENDIZAJE

Los instintos regulan la vida de los animales y la automatizan. Una acción exterior proporciona el estímulo, y a ella sigue una serie de actos predeterminados. Los animales que dependen fundamentalmente de sus instintos —casi todos ellos, excepto algunos mamíferos y aves— carecen de personalidad. Se comportan prácticamente igual que el resto de los miembros integrantes de su especie.
Una liberación de esta máquina interna es posible, en cierto grado, mediante un proceso de aprendizaje. El aprendizaje tiene el efecto de modificar los instintos, y las acciones no se realizan ya a ciegas, sino que están condicionadas por las experiencias vividas. Dos tipos sencillos de aprendizaje son la *habituación* y la *asociación*. En la habituación se ha perdido el instinto inicial, y, aunque el estímulo antiguo se presenta, el animal no reacciona ante él. Así, los animales domésticos no huyen del hombre. La asociación se presenta cuando el estímulo original se remplaza por otro. Para los animales domésticos, la presencia del hombre no continúa asociada al peligro, sino al alimento y a las comodidades.
La asociación es el método que emplean los animales para recordar. Una situación que conduce a una experiencia desagradable se evitará en el futuro; pero, si el fin es un premio, se volverá a repetir. Este es el método para entrenar a un animal.
La capacidad para "recordar" existe, en cierto grado, incluso en los animales más sencillos, como los caracoles y gusanos. Después de experimentar descargas eléctricas leves, aprenden a evitar los caminos que los ponen en contacto con la descarga. Las abejas y avispas tienen, sin duda, habilidad para aprender. Pronto reconocen los lindes que rodean sus colmenas y avisperos, y son capaces de recorrer los campos sin errar el camino.
Por tanteos, probando y equivocándose, el animal encuentra la solución de una serie de problemas. Un perro que desea alcanzar comida situada al otro lado de una valla pronto descubre un agujero para atravesarla. Recuerda el agujero para futuras ocasiones y, si se enfrenta con una valla diferente, busca, por si también existe un agujero. Con su forma de proceder, el perro parece razonar, aunque lo que realmente hace es recordar situaciones pasadas.
El hombre no sólo tiene la habilidad de aprender por tanteos, sino que ha desarrollado un nuevo tipo de aprendizaje, o *aprendizaje interno*, basado en su capacidad para pensar sobre las situaciones antes de actuar. Así, puede resolver problemas completamente nuevos, con los que no se había enfrentado nunca, mediante un proceso de reorganización de sus experiencias previas, y encuentra una solución sin tener que recurrir al largo y tedioso método de tanteos. No existe ningún problema similar en el pasado que se recuerde, y la mente halla la solución a partir de una serie de observaciones y experiencias de tipo general.
Parece que los monos poseen, hasta cierto punto, esta habilidad, y pueden conseguir la comida que está fuera de su alcance apilando cajas y también utilizando palos para acercar el alimento situado lejos de sus jaulas. Estas son acciones razonadas, pues nunca se han enfrentado con un problema similar en su vida salvaje. Los perros, las ratas y algunos pocos mamíferos más poseen también cierta capacidad para razonar, aunque, en general, no resuelven más problemas que aquellos de los que ya han tenido cierta experiencia en el pasado. El hombre se ha convertido en el rey de la creación por el gran desarrollo de su capacidad para razonar.



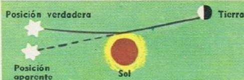
Escriba el número que falta

10 2 8 3 5 1 4

Respuesta: seis (el doble del opuesto)

Este chimpancé muestra signos de aprendizaje interno. Sin haberse encontrado nunca ante una situación semejante, utiliza las cañas de bambú para acercar los plátanos a la jaula. Los seres humanos son también capaces de resolver problemas que no se les han presentado con anterioridad, sólo que en un grado mucho mayor.

LA CURVATURA DEL ESPACIO



El Universo tendría una representación de este tipo si la luz se curvara hacia fuera en lugar de hacia dentro. Los caminos de los rayos luminosos son hipérbolas.



¿Cuál es la forma del Universo? ¿Es cúbico, esférico o completamente ilimitado, extendiéndose hasta el infinito? Toda la información que poseemos acerca de los confines del Universo proviene de la luz (y ondas de radio) que recibimos de las galaxias distantes. Parece que la luz alcanza la Tierra desde todas las direcciones, lo que hace pensar en la simetría del Universo, sea esférico o infinito. Pero el Universo no es nada de eso, y no se puede representar totalmente por una figura simétrica de tres dimensiones. Sus fronteras exteriores no se pueden visualizar, debido a que la luz no nos proporciona su información propagándose en líneas rectas. Todo el espacio comprendido entre sus límites es *curvo*.

El espacio no es tridimensional, como un edificio o una esfera, sino tetradimensional, y la cuarta dimensión es el *tiempo*. El tiempo aparece en las ecuaciones que expresan las propiedades del espacio, pero no se puede representar.

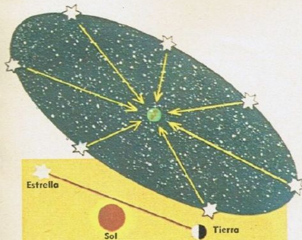
El espacio es curvo y está distorsionado, porque contiene materia —todos los billones y billones de estrellas y galaxias del Universo—. La luz sufre los efectos de las fuerzas gravitatorias, ejercidas por la materia del espacio, y, en distancias largas, se propaga según líneas curvas y no rectas. Aun nuestro propio Sol, que es una estrella sin mucha masa, curva apreciablemente un rayo de luz que, dirigiéndose de una estrella lejana a la Tierra, pasa a pocos grados de él. La dirección de la curvatura observada parece sugerir que la luz se dobla *hacia dentro*. Un rayo de luz que parte de cualquier punto es, en conjunto, atraído siempre hacia el centro del Universo. Dicho rayo, después de sufrir la acción de toda la materia del Universo, que lo atrae hacia dentro, vuelve, finalmente, al mismo punto de partida. Es como partir de un punto cualquiera de la Tierra y viajar continuamente en línea recta. La "línea recta" se va doblando en un camino curvo alrededor de la superficie del planeta. Cada 40.000 kilómetros (circunferencia de la Tierra), el camino termina en su punto de partida, formando un *gran círculo*.

La curvatura del espacio se puede visualizar por la extraña conducta de la luz; en particular, de la *velocidad de la luz*. La velocidad es la distancia dividida por el tiempo. Cualquier ilustración respecto al comportamiento de la velocidad de la luz incluye también la dimensión del tiempo (que no se puede incluir en un diagrama puramente espacial).

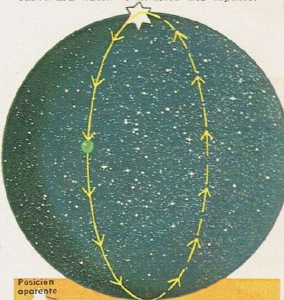
Si la luz no fuera afectada por la materia, y siempre se propagara en línea recta (es decir, a la misma velocidad), el espacio no estaría distorsionado ni curvado. Entonces podría representarse como una superficie plana de dos dimensiones (con lo que nos ahorraríamos la tercera dimensión, a pesar de que ella es realmente necesaria).

Si la luz describe un gran círculo alrededor del Universo y vuelve al punto de partida, el diagrama de dos dimensiones se trasforma en una esfera de tres dimensiones, y los caminos de la luz son círculos alrededor de la esfera. La luz cambia de dirección; luego, su *velocidad* varía.

Las teorías de la relatividad de Albert Einstein están todas ligadas al comportamiento de la velocidad de la luz. En su teoría general de la relatividad, Einstein (1916) demostró lo que debía suceder si la luz interaccionaba con la materia. En sus ecuaciones se presentaban tres posibilidades: la luz no era afectada, en cuyo caso el Universo debía ser plano; la luz se doblaba, bien hacia dentro o hacia fuera. Las dos últimas posibilidades conducen a un espacio curvo de cuatro dimensiones. Pero si la luz se curva hacia fuera en lugar de hacia dentro, el diagrama toma la forma de una silla de montar y las curvas son hipérbolas en lugar de círculos. Los rayos de luz se saldrían continuamente y nunca retornarían a su punto de partida. La evidencia experimental que se posee parece indicar una curvatura hacia el interior del espacio.



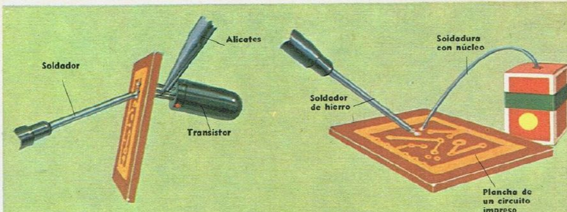
El Universo sin curvatura. No es necesario el tiempo para definirlo. Se podría representar con tres dimensiones. El Universo no sería curvo si la luz se desplazara en línea recta.





Se cree que el espacio se curva hacia dentro, como una esfera. En otras palabras, la luz, único medio que tenemos para explorar la naturaleza del espacio, se curva hacia la materia.

Los transistores se pueden deteriorar si se doblan los hilos de los terminales demasiado cerca del cierre de la base del transistor, pues se daña la cubierta que protege de la luz y del agua. La luz puede afectar el flujo de corriente en el interior del transistor, liberando electrones; por ello conviene preservar la envoltura para que la luz no penetre. Por otra parte, no es conveniente dejar los terminales demasiado largos, pues, aparte de producir mal efecto, se acrecientan los riesgos de un cortocircuito. También existe el peligro de que unos terminales demasiado largos capten señales indeseables.



Los alicates que sujetan el terminal que se suelda disipan el calor y evitan los daños que éste suele causar.

El soldador debe tocar el terminal el menor tiempo posible. Debe ser siempre de pequeño tamaño, para que no desprenda mucho calor.

SOLDADURA DE TRANSISTORES

Las válvulas electrónicas no son muy resistentes. Cuando una válvula se cae, es posible que no estalle el bulbo de cristal; pero, aun en este caso, pueden producirse daños importantes en su interior. Las vueltas de la delicada espiral de hilo fino que controla el paso de la corriente, a través de la válvula, pueden montarse unas sobre otras o romperse por movimientos bruscos.

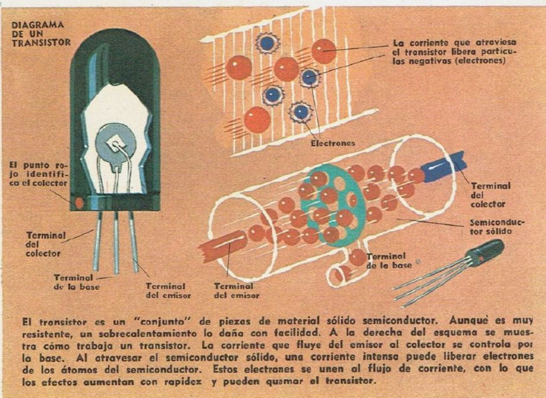
No es aconsejable dejar caer los transistores simplemente, para probar si son más resistentes que las válvulas; pero no existe nada especialmente frágil o delicadamente equilibrado en los transistores. Casi todos ellos están formados por un fino conjunto de tres tipos de materiales sólidos, semiconductores.

El transistor no se rompe con los golpes, pero es especialmente sensible al calor, que destruye la disposición de los átomos en un interior y lo daña, sin que sea posible una reparación ulterior.

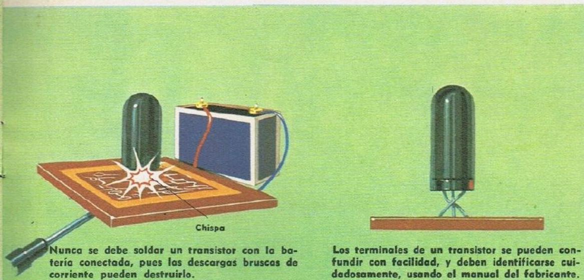
Para soldar un transistor a un circuito, siempre es necesario aplicar calor. La punta del soldador calienta el estaño, y el calor se trasmite, a través de los hilos que salen del transistor, desde el estaño al bloque de sólido semiconductor. Esto puede dañar el transistor, y por eso siempre es aconsejable disponer otra ruta opcional para el calor. Unos alicates de punta, sujetando los hilos, resultan muy adecuados para desviarlo. Como los alicates son de metal (buen conductor), tienen una capacidad relativamente grande para absorber el calor.

El soldador debe ser de pequeño tamaño, para que no dé mucho calor, y permanecer en contacto con la unión a soldar el mínimo tiempo posible.

Un exceso de corriente es tan perjudicial para un transistor como un exceso de calor. De hecho, una corriente intensa, al atravesar un transistor, calienta el sólido. Las partículas móviles que trasportan la corriente eléctrica bombardean las partículas estacionarias del semiconductor; estas partículas inmóviles se calientan, y es posible que des-



El transistor es un "conjunto" de piezas de material sólido semiconductor. Aunque es muy resistente, un sobrecalentamiento lo daña con facilidad. A la derecha del esquema se muestra cómo trabaja un transistor. La corriente que fluye del emisor al colector se controla por la base. Al atravesar el semiconductor sólido, una corriente intensa puede liberar electrones de los átomos del semiconductor. Estos electrones se unen al flujo de corriente, con lo que los efectos aumentan con rapidez y pueden quemar el transistor.



Nunca se debe soldar un transistor con la batería conectada, pues las descargas bruscas de corriente pueden destruirlo.

Los terminales de un transistor se pueden confundir con facilidad, y deben identificarse cuidadosamente, usando el manual del fabricante.



Las válvulas son muy frágiles. Los transistores son, comparativamente, más resistentes. El transistor no tiene partes que se puedan romper.

prendan unos pocos electrones. Dichos electrones toman parte en la corriente que atraviesa el transistor, calentándolo más y más, e induciendo a más átomos estacionarios del semiconductor a liberar electrones. De esta forma, se desarrolla un proceso en cadena que calienta fuertemente el transistor, el cual termina por quemarse.

Los circuitos con transistores no deben soldarse nunca con la fuente de alimentación encendida. Es muy fácil poner en cortocircuito dos de los hilos del transistor con la punta conductora del soldador, por lo que una corriente intensa fluye a través de algunas partes del transistor. Lo mismo puede ocurrir si cambiamos cualquier otro componente del circuito cuando está todavía conectado a la fuente de alimentación. Una brusca elevación de corriente puede inutilizar el transistor.

El soldador debe estar conectado a tierra, pues, en caso contrario, cualquier falla en el material que aísla el elemento de calefacción y la punta caliente, puede dejar conectada la punta del soldador al polo activo de la corriente. Muchos soldadores para circuitos electrónicos funcionan con electricidad de la red a tensiones que van de cien a doscientos voltios. Casi todos los transistores están diseñados para trabajar a unos pocos voltios. En consecuencia, si la punta del soldador está conectada a esta alta tensión, puede inutilizar el transistor. Dicha alta tensión provoca un paso de energía suficiente para quemar el transistor.

Los soldadores de pequeño tamaño, alimentados por pilas, son muy seguros para soldar transistores. Se calientan en pocos segundos, y algunos van equipados con un control automático de temperatura.

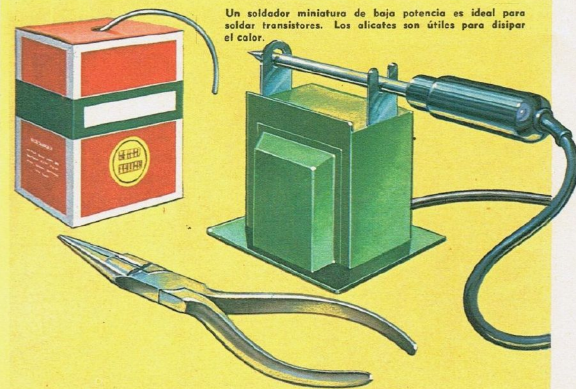
No hay mucho peligro de colocar una válvula incorrectamente en su zócalo. Las patillas de la válvula están dispuestas de tal forma que sólo encajan en la posición correcta en el zócalo de la válvula. Sin embargo, es fácil confundir los terminales de un transistor.

La mayoría de los transistores ordinarios tiene tres terminales: el emisor, la base y el colector. El emisor y el colector se conectan a la fuente de alimentación, de manera que una corriente eléctrica se emite por el emisor y se recoge en el colector. La base está situada entre el emisor y el colector, y la señal eléctrica llega al transistor, generalmente, a través del terminal de la base.

En algunos transistores, los terminales se pueden distinguir unos de otros por una pequeña mancha roja pintada en la parte inferior de la envoltura, que está más cerca del colector. Los tres terminales se sitúan en línea, con el terminal de la base en el centro. El terminal de la base está más próximo al del emisor que al del colector.

Pero esta no es una regla sin excepción, y el sistema de marcar y disponer los terminales varía. Algunos transistores tienen más de tres terminales, y es muy aconsejable consultar el manual del fabricante antes de soldar un transistor. Si los terminales del transistor se confunden, las características del transistor pueden quedar permanentemente afectadas. Lo mismo sucede si la batería no se conecta con la polaridad correcta.

Los instrumentos empleados para comprobar los circuitos de válvulas no son adecuados para ensayar los circuitos transistorizados. Las medidas de resistencias, en el circuito, y los ensayos de continuidad del mismo, no deben realizarse con medidores que den una gran tensión de salida. La tensión más alta que se puede emplear con seguridad, con estos instrumentos, es de 1,5 voltios.



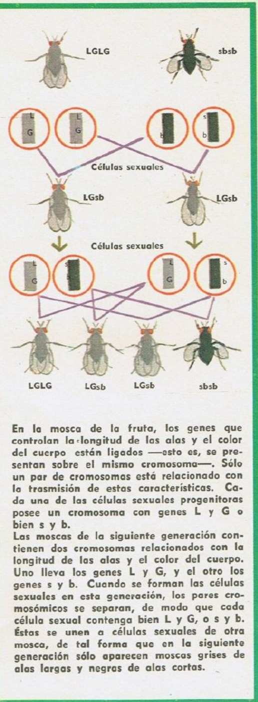
Un soldador miniatura de baja potencia es ideal para soldar transistores. Los alicates son útiles para disipar el calor.

GENES LIGADOS Y MAPAS DE CROMOSOMAS

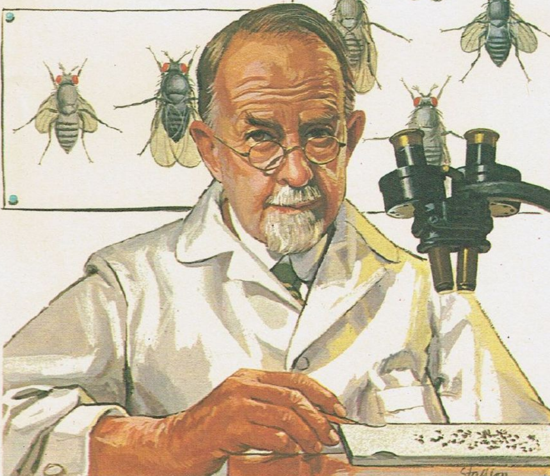


Cromosomas gigantes de las glándulas salivares de la larva de la mosca de la fruta. En la actualidad, se sabe que ciertos genes se presentan en determinadas bandas de los cromosomas. (Abajo) Thomas Hunt Morgan, junto con algunas variedades de la "Drosophila".

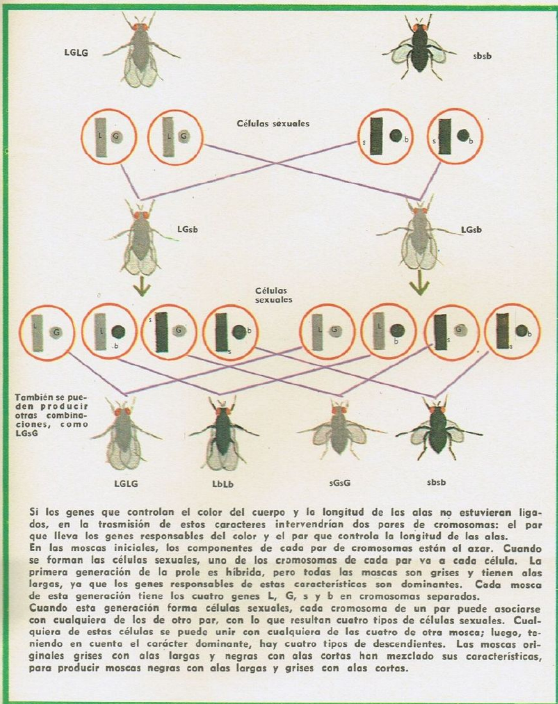
El trabajo de Mendel, en el siglo pasado, con los guisantes de jardín, lo condujo a la conclusión de que cada característica de un organismo estaba controlada por un par de "factores" en cada célula. Sugirió que cada uno de los factores del par procedía de un progenitor. Al producirse las células sexuales, el par de "factores" se escindía, y cada uno de ellos iba a una nueva célula. Sin embargo, los microscopios no estaban muy desarrollados en la época de Mendel, por lo que no pudo demostrar cómo los factores pasaban de una generación a la próxima y, desgraciadamente, su trabajo cayó en el olvido durante mucho tiempo.



En la mosca de la fruta, los genes que controlan la longitud de las alas y el color del cuerpo están ligados —esto es, se presentan sobre el mismo cromosoma—. Sólo un par de cromosomas está relacionado con la trasmisión de estas características. Cada una de las células sexuales progenitoras posee un cromosoma con genes L y G o bien s y b.
Las moscas de la siguiente generación contienen dos cromosomas relacionados con la longitud de las alas y el color del cuerpo. Uno lleva los genes L y G, y el otro los genes s y b. Cuando se forman las células sexuales en esta generación, los pares cromosómicos se separan, de modo que cada célula sexual contenga bien L y G, o s y b. Éstas se unen a células sexuales de otra mosca, de tal forma que en la siguiente generación sólo aparecen moscas grises de alas largas y negras de alas cortas.



Alrededor de 1880, los adelantos en la técnica microscópica hicieron posible el descubrimiento de los cromosomas —cuerpos filamentosos con estructuras internas en forma de rosario (cromómeros), situados en el núcleo de la célula—. Después, en 1900, se redescubrió el trabajo de Mendel. Walter Sutton, que trabajaba en América, estudió el comportamiento de los cromosomas en la división celular y comprobó que el proceso seguía estrechamente la teoría de Mendel, respecto al comportamiento de sus "factores". Sutton desarrolló la teoría cromosómica de la herencia, en la que los "factores" (o genes, como se denominan en la actualidad) son trasportados por los cromosomas, con

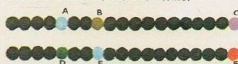


Si los genes que controlan el color del cuerpo y la longitud de las alas no estuvieran ligados, en la trasmisión de estos caracteres intervendrían dos pares de cromosomas: el par que lleva los genes responsables del color y el par que controla la longitud de las alas.
En las moscas iniciales, los componentes de cada par de cromosomas están al azar. Cuando se forman las células sexuales, uno de los cromosomas de cada par va a cada célula. La primera generación de la prole es híbrida, pero todas las moscas son grises y tienen alas largas, ya que los genes responsables de estas características son dominantes. Cada mosca de esta generación tiene los cuatro genes L, G, s y b en cromosomas separados.
Cuando esta generación forma células sexuales, cada cromosoma de un par puede asociarse con cualquiera de los de otro par, con lo que resultan cuatro tipos de células sexuales. Cualquiera de estas células se puede unir con cualquiera de las cuatro de otra mosca; luego, teniendo en cuenta el carácter dominante, hay cuatro tipos de descendientes. Las moscas originales grises con alas largas y negras con alas cortas han mezclado sus características, para producir moscas negras con alas largas y grises con alas cortas.



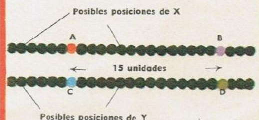
Escisión y nueva formación de los cromosomas, por intercambio de sus partes

Cuando los genes ligados aparecen en una nueva combinación, es necesario admitir que los cromosomas se han escindido y han vuelto a unirse de distinta forma.



Las posibilidades de escisión entre A y C son mucho mayores que entre A y B

Morgan supuso que la probabilidad de escisión entre dos genes era mayor si se encontraban muy separados, e indicó que la abundancia relativa de escisiones entre dos genes (indicada por el tanto por ciento de características recombinadas en los experimentos de cruzamientos) podía estimarse como una medida de la distancia entre los genes dentro del cromosoma.



Morgan y sus colaboradores estudiaron muchos pares de genes ligados para construir sus mapas cromosómicos. He aquí un ejemplo simplificado. Supongamos que la recombinación de AD y CB ocurre en un 15 por ciento de la descendencia A y B y C y D estarán colocadas a 15 unidades de distancia. Tomemos ahora otro par de genes, X e Y. Supongamos que la recombinación de AY y CX ocurre en un 5 por ciento; luego, X está a cinco unidades de A; pero hay dos posibilidades: una a cada lado de A. ¿Cuál es la correcta? Ensayando el intercambio entre X y B, se averigua la respuesta. Si XB e YB se presentan en un 10 por ciento, X está situada entre A y B, y a 10 unidades de B. Si XD e YB se encuentran en un 20 por ciento, X está en el lado más alejado de A. De esta forma, hemos conseguido un mapa sencillo. Los demás genes se pueden localizar por experimentos, comparándolos con estos genes conocidos de posición determinada.

cada uno de los genes de par en uno de los miembros del par cromosómico. En la actualidad, hay grandes pruebas a favor de esta teoría.
Debido a que existe gran número de genes y relativamente pocos cromosomas, cada cromosoma debe llevar muchos genes ensartados a lo largo de él. Los experimentos de cruzamientos con diversos organismos —en especial, con la mosca de la fruta, *Drosophila*— han establecido una serie de *grupos ligados*, grupos de características que normalmente se heredan en conjunto, ya que sus genes están sobre el mismo cromosoma. Estos grupos ligados han permitido a los genéticos trazar los *mapas de cromosomas*.
En ocasiones, se presentan nuevas combinaciones, incluso con estos genes encadenados, lo que se puede explicar admitiendo que los cromosomas se rompen y unen de nuevo, de distinta forma, durante la reproducción. Este fenómeno de intercambio de partes de cromosomas entre sí ha sido observado con el microscopio.
Otro científico americano, T. H. Morgan, indicó que, cuanto mayor sea la distancia de dos genes en un cromosoma, mayor será la probabilidad de que ocurra una escisión entre ellos. La abundancia de intercambio entre dos genes puede, por tanto, estimarse como una medida de la distancia relativa entre ellos, en el cromosoma. Realizando muchos experimentos, Morgan estudió el intercambio de un gran número de genes en la *Drosophila*, con lo que consiguió hacer "mapas" detallados.
En la actualidad hay mapas cromosómicos de otra serie de animales y plantas, si bien no tan detallados como los de la mosca de la fruta. La *Drosophila* tiene sólo cuatro pares de cromosomas, y casi todos los genes están adscriptos al cromosoma correcto.
Los grupos ligados —que se corresponden en número con los pares de cromosomas— están cada uno adscripto a un par de cromosomas, y se ha construido su mapa. Es posible realizarlo incluso sin ver los cromosomas, ya que el mapa se basa sólo en los resultados de los experimentos de cruzamientos.

SISTEMAS DE ATERRIZAJE SIN VISIBILIDAD

La idea de conducir un aeroplano automáticamente puede horrorizarnos, pero lo cierto es que vuelan ya distancias enormes con el piloto automático (llamado *"Jorge"*). "Jorge" dirige el aeroplano por sí mismo, mientras que el piloto supervisa o vigila el progreso del avión. Si "Jorge" se equivoca, el piloto lo desconecta con rapidez y se hace cargo de los mandos.
En la actualidad, todos los aterrizajes de las naves (excepto algunos vuelos experimentales, por supuesto sin pasajeros), se hacen bajo el mando del piloto, ayudado, con frecuencia, por un oficial, situado en la torre de control del aeropuerto, que observa el aparato con pantallas de radar especiales. Su misión consiste en comprobar si algo marcha mal en el momento de la llegada del avión y, consecuentemente, en avisar por radio al piloto.
Un aparato reactor trasatlántico moderno, que pesa, quizá, unas 100 toneladas, aterriza a 280 kilómetros por hora, y se necesita una precisión extremada para llegar al principio de la pista a altura y velocidad correctas. A medida que el avión se aproxima a la pista, la velocidad de descenso se reduce gradualmente, hasta que toca el suelo. Durante este tiempo, el aparato ha de mantenerse, por supuesto, enfilando la pista en línea recta, aunque sople viento de costado.



Tablero de control de vuelo, mediante el cual el piloto puede instruir al piloto automático para controlar la nave en un aterrizaje sin visibilidad (a ciegas). También se puede emplear en otros momentos del vuelo; por ejemplo, para adquirir y mantener una altura y velocidad determinadas. Las tres palancas conectan el piloto automático a cada eje de control. Cuando las palancas están hacia atrás, el piloto automático no controla el aparato en dichos ejes. El piloto puede dejar que el piloto automático controle la inclinación a una altura constante, y controlar por sí mismo el eje acimutal (dirección), en los casos en que deba hacer frecuentes cambios de dirección, de acuerdo con las instrucciones recibidas del control de tráfico aéreo.

Para compensar su acción, el aparato debe volar con la proa ligeramente desviada hacia el viento. Pero si aterriza así, tan pronto como las ruedas tocan la tierra, se produce una fuerte tensión lateral sobre el tren de aterrizaje y el avión tiende a virar hacia fuera de la pista, en la dirección en que apunta (esto es, hacia el viento). Por ello, momentos antes de que las ruedas toquen el suelo, el piloto acciona el timón para enderezarlo. Un aterrizaje de este tipo requiere una gran concentración del piloto, y siempre existe la posibilidad de un error. De hecho, casi la mitad de los accidentes aéreos suele ocurrir en la etapa final del aterrizaje (aun cuando la proporción de accidentes es muy pequeña, aproximadamente de 1 por cada 15.0000 aviones que vuelan).
Si la visibilidad es mala, los problemas que tiene que resolver el piloto aumentan extraordinariamente, debido al escaso tiempo de que dispone para hacerse cargo de la situación. Cuando la visibilidad no alcanza una distancia de 350 metros, el aparato no puede aterrizar y, como consecuencia, debe dirigirse a otro aeropuerto.
Si el avión tiene instalados los sistemas de aterrizaje totalmente automáticos, basta que el piloto vigile los instrumentos del tablero de mandos (que es todo lo que necesita observar cuando vuela en ruta por



Controles de un Hawker-Siddley Trident, avión reactor diseñado para su empleo en el futuro, con equipo de aterrizaje automático. El botón está situado sobre la palanca de mandos del piloto, quien puede pulsarlo para conseguir la "desconexión instintiva", que deja la nave inmediatamente bajo su control absoluto.

Piloto automático conectado a las señales de la trayectoria de planeo y localizador

120 metros

75 metros

60 metros

45 metros

30 metros

15 metros

Señal de la trayectoria de planeo

Los radioaltímetros se conectan al cerebro electrónico; comienza la maniobra de aterrizaje

3.000 metros

1.500 metros

El piloto corrige el rumbo de la nave

Radiofaro marcador

Emisor de las señales de la trayectoria de planeo

Emisor de señales de localización

Trayectoria de aproximación y toma de tierra de un avión que realiza un aterrizaje sin visibilidad. El radiofaro "localizador" indica al piloto automático la posición de la línea central de la pista. El radiofaro de la "trayectoria de planeo" indica el ángulo de aproximación correcto, mientras que el marcador señala la distancia a la entrada de la pista.

los corredores aéreos, con "Jorge" o sin él). En la actualidad, se están desarrollando dos sistemas de aterrizaje sin visibilidad. Con uno de ellos, la conducción del aparato es automática hasta unos pocos metros antes de entrar en la pista, momento en que el piloto rectifica el rumbo y toca tierra. Con el otro sistema de *autoaterrizaje,* la aproximación, rectificación del rumbo y contacto de tierra se realizan automáticamente. Con el primero es necesaria la suficiente visibilidad, en la última fase, para que el piloto vea bastante pista al dirigir la nave cuando se posa sobre ella. El segundo se puede realizar a ciegas.

DIVISIONES DEL CONTROL DEL ATERRIZAJE DE UN AVIÓN

El control del aterrizaje de un avión se puede dividir en dos partes: control para mantenerlo alineado con la pista y control de la trayectoria de planeo adecuada, para que alcance el principio de la pista con la mejor velocidad de aterrizaje. Uno de los métodos de aterrizaje con intervención final del piloto emplea los equipos de tierra, ya instalados: *I L S (Instrument Landing System).* Unos rayos de ondas de radio muy precisos, trasmitidos por el equipo desde el aeropuerto, indican la línea central de la pista y la trayectoria de planeo. Un trasmisor emite la señal, siguiendo la prolongación de la línea central de la pista de aterrizaje, y se denomina *localizador;* otro indica una trayectoria de planeo de 3 grados, que intercepta la pista en el punto de contacto. Estas señales se pueden captar desde 13 a 20 kilómetros del punto de contacto de la pista; en los sistemas ordinarios de ILS, un instrumento a bordo señala al piloto su posición con respecto a la línea central, y si se encuentra encima o debajo de la trayectoria de planeo. Trasmisores marcadores (indicadores), localizados en dos o tres puntos de la línea de aproximación, emiten haces de ondas de radio verticales, que indican la distancia hasta el punto de contacto. En los sistemas de aterrizaje totalmente a ciegas, las trasmisiones de los marcadores (indicadores), trayectoria de planeo y localizador se reciben, el equipo de a bordo las descifra, y se emplean para elaborar instrucciones, que pasan al piloto automático (versión mejorada de "Jorge"). Ya sólo se necesita una indicación muy exacta de la altura, cuando la nave se encuentra muy próxima al terreno, y la proporciona el *radioaltímetro* de a bordo. Las señales que emite continuamente se reflejan sobre el suelo y se reciben en una antena; la medida del tiempo que tarda la señal en llegar al suelo y volver indica la altura de la nave. Estos altímetros tienen una precisión de 15 centímetros, a una altura de 3 metros, y, en los sistemas de aterrizaje automático, se ajusta el cero teniendo en cuenta la longitud del tren de aterrizaje.

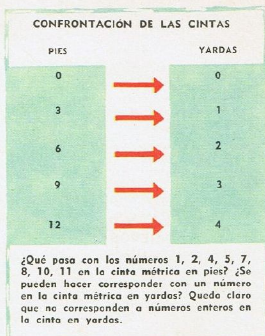
TOMA DE TIERRA AUTOMÁTICA

Para iniciar una toma de tierra automática, la nave se guía, de la forma usual, hasta un punto situado a unos 11 kilómetros del extremo de la pista, donde intercepta las señales del ILS. En este momento, se bajan los "flaps" y el tren de aterrizaje, para evitar cambios innecesarios de la orientación en fases posteriores del descenso. Las señales del ILS se descifran, se elaboran las instrucciones, se pasan al piloto automático y el descenso empieza desde unos 500 metros. A medida que la nave se aproxima a la tierra disminuye la precisión de las informaciones del ILS sobre la trayectoria del planeo y, a unos 50 metros, el radioaltímetro sustituye sus señales. Desde allí hasta unos 15 metros, el control de inclinación (proa alta a proa baja) se *gobierna por memoria.* Esta información, que ha sido almacenada en un cerebro electrónico de *posición mantenida,* es la media de todas las informaciones de inclinación recogidas en la primera parte de la trayectoria de planeo. A 15 metros, el radioaltímetro se ocupa de esta etapa del descenso automático. Su información sobre la altura pasa al piloto automático y la velocidad de descenso se hace proporcional a la altura de la nave. Cuanto más bajo está el aparato, con mayor suavidad desciende y, a pocos centímetros del suelo, ya no se inclina; de esta manera, efectúa un aterrizaje suave.

Los sistemas con intervención final del piloto cesan cuando colocan el aparato en la entrada de la pista; la misión de aquél se reduce a enderezar el rumbo con los timones y aterrizar. Los sistemas totalmente automáticos requieren instrumentos muy delicados, para que el aparato se pose sobre la pista con seguridad, sin la ayuda del piloto. Uno de los métodos es el empleo de *cables - guía.* Dos cables eléctricos se entierran a ambos lados de la pista, y se les comunica energía, para que formen un campo magnético. Un dispositivo, a bordo del avión, es sensible a la acción de dicho campo, y determina la posición del aparato entre ambos cables. Esta influencia magnética guía la nave en su descenso hacia la línea central. Las señales del radioaltímetro deciden el momento en que se debe aplicar el timón para neutralizar el ángulo formado por el eje del avión con la trayectoria (para compensar el viento), y alinear la nave con la pista. El piloto se limita a vigilar el equipo.

El equipo utilizado para el aterrizaje sin visibilidad es complejo, y está sujeto (como todas las cosas) a posibles fallas. Por ello, es necesario preverlos durante el aterrizaje. El sistema que parece más prometedor es el *múltiple.* En el sistema *duplex* se disponen dos equipos completos. Si uno falla o produce señales erróneas, los dos equipos están en desacuerdo, con lo que se advierte el fallo y quedan desconectados; entonces, el piloto se hace cargo del control de la nave. El sistema *triplex,* adecuado para aterrizajes con carencia total de visibilidad, en el que el piloto no puede hacerse cargo del control en caso de fallas, dispone de tres equipos completos independientes. Así, si uno falla, se puede identificar el que no coincide (mientras que en el sistema duplex no es posible decidir cuál es el averiado). El circuito defectuoso se desconecta, y el avión queda bajo el control de los otros dos. La posibilidad de una falla en el equipo se puede determinar con precisión, y se calcula que un sistema triplex total falla una de cada 10 millones de veces. Resulta mucho más seguro que un piloto humano que contara solamente con sus propios medios.

INTRODUCCIÓN A LOS NÚMEROS RACIONALES



¿Qué pasa con los números 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11 en la cinta métrica en pies? ¿Se pueden hacer corresponder con un número en la cinta métrica en yardas? Queda claro que no corresponden a números enteros en la cinta en yardas.

Existen otras muchas clases de números, además de los *naturales* (0, 1, 2, 3, ...) y de los números *enteros* (que pueden tomar valores negativos). Los números que faltan para llenar el hueco dejado por los números naturales (o enteros) se llaman *racionales*, porque se definen como una razón o relación (un número dividido por otro número).

Los números que faltan se pueden ver con facilidad, representando grupos de números en una cinta métrica. El método también incluye una comparación del grupo de números, sobre una cinta, con el grupo de enteros sobre otra. Supongamos que el grupo superior representa una distancia medida en pies, y el inferior, una distancia medida en yardas. Por cada marca de una yarda, tenemos tres divisiones de un pie; luego, de cada tres divisiones de un pie, dos no se corresponden con ninguna división en la cinta donde están marcadas las yardas. Es indudable que se corresponden con un tercio de yarda, pero 1/3 no es ni un número natural ni un entero. ¿Qué clase de número es? Se suele conocer como una *fracción*, y, si dividimos 1 por 3, el resultado se representa por $0,\bar{3}$ (fracción decimal periódica pura). Otra forma de representar el número es como un *par de números ordenados* (1/3). En los libros ingleses se representa el par de la forma (1,3). Estas son diversas maneras de escribir números racionales.

La notación del *par ordenado* es quizá la más útil y flexible. Son necesarios dos números (el numerador y el denominador) para definir una fracción. En la forma fraccionaria normal, los números se escriben uno encima de otro. En la notación de par ordenado, se escriben uno detrás de otro.

GRUPOS DE PARES ORDENADOS

Los números racionales del grupo:

$$\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{3}{3}, \frac{4}{3} \ldots$$

tienen algo en común. Todos son *tercios*: 3 es el denominador de cada fracción. En otras palabras, todos ellos pertenecen al *grupo de los tercios*.

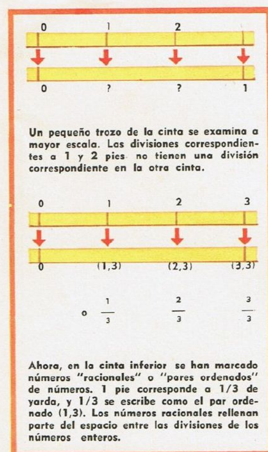
En la notación de pares ordenados, este mismo grupo se escribe así:

1/3, 2/3, 3/3, 4/3 ...

o bien como hemos dicho anteriormente:

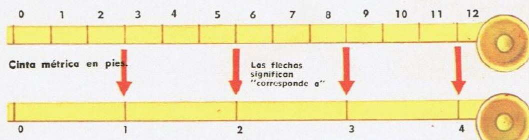
(1/3), (2/3), (3/3), (4/3) ....

Los pares ordenados forman un grupo muy útil cuando el segundo número del par es común para todos los pares ordenados. En particular, se simplifican las reglas para sumar y restar dichos pares.



Un pequeño trozo de la cinta se examina a mayor escala. Las divisiones correspondientes a 1 y 2 pies no tienen una división correspondiente en la otra cinta.

Ahora, en la cinta inferior se han marcado números "racionales" o "pares ordenados" de números. 1 pie corresponde a 1/3 de yarda, y 1/3 se escribe como el par ordenado (1,3). Los números racionales rellenan parte del espacio entre las divisiones de los números enteros.



Cinta métrica en yardas. Un número de pies se corresponde con otro número de yardas. Tres pies corresponden a una yarda y así, sucesivamente.

TRES FORMAS DE CONSIDERAR LOS NÚMEROS RACIONALES

COMO FRACCIONES

$$\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{3}{3}, \frac{4}{3}, \ldots$$

El número superior es el "numerador", y el inferior, el "denominador".

COMO DECIMALES

$$0,\bar{3};\ 0,\bar{6};\ 1,0;\ 1,\overline{33};\ \ldots$$

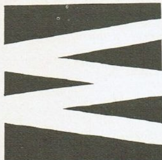
Están formados por fracciones basadas en décimas, centésimas, milésimas, y así sucesivamente, según el lugar ocupado después de la coma decimal.

COMO PARES ORDENADOS

(1,3), (2,3), (3,3), (4,3), ...

El primer número del par corresponde al numerador de la fracción, y el segundo, al denominador. También indica el grupo de pares ordenados al que pertenece el par en cuestión. Si el denominador es 3, el par pertenece al grupo de los tercios.

FABRIL 3-12-65



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

LA LEY DE ACCIÓN DE MASAS EN SISTEMAS HETEROGÉNEOS

La mayoría de las reacciones químicas que se estudian se lleva a cabo entre componentes que se encuentran en la misma fase, generalmente en fase líquida; dichas reacciones se denominan **homogéneas.**

La expresión de la ley de acción de masas, que rige el equilibrio químico de estas reacciones, nos es conocida por haberla estudiado en números anteriores de nuestra revista.

Sin embargo, son frecuentes las reacciones en las que alguna de las sustancias del sistema se presenta en fase distinta de las otras sustancias. Se trata, entonces, de sistemas **heterogéneos.** Así sucede, por ejemplo, al reaccionar cloruro cálcico y carbonato sódico en solución; se obtiene cloruro sódico, que permanece disuelto, y carbonato cálcico, precipitado, según la ecuación:



$$Cl_2Ca + CO_3Na_2 \rightleftarrows 2\,ClNa + CO_3Ca \downarrow$$

La flecha en dirección vertical y sentido hacia abajo es una notación, universalmente admitida, que indica la formación de una sustancia en estado sólido, es decir, como un precipitado. Análogamente, una flecha vertical y sentido hacia arriba indicaría la formación de una sustancia en estado gaseoso.

En la ecuación anterior observamos que están presentes tres sustancias en fase líquida y una en fase sólida. Veamos, entonces, qué modificaciones puede introducir este hecho en el valor de la constante de equilibrio de las sustancias en la solución; o, dicho en otras palabras, cómo se puede expresar la ley de acción de masas en sistemas heterogéneos.

El CO_3Ca, aunque insoluble, no lo es en términos absolutos (ninguna sustancia lo es) y existe una pequeña concentración de este producto en la solución; en consecuencia, habría que tener en cuenta esta concentración al expresar la ley de acción de masas:

$$K = \frac{[ClNa]^2\,[CO_3Ca]}{[Cl_2Ca]\,[CO_3Na_2]}$$

Sin embargo, la concentración de CO_3Ca en solución no puede variar —cualquiera que sea la modificación que experimenten las concentraciones de las otras sustancias—, porque viene fijada por la solubilidad máxima del CO_3Ca, cuya mayor parte se encuentra en forma sólida. Es decir, el exceso de CO_3Ca en forma sólida mantiene la solución saturada de sí misma y, por tanto, de concentración constante.

En tal coyuntura, este valor constante de CO_3Ca no puede modificar ninguna de las condiciones de un sistema de equilibrio y puede englobarse en la constante de la ley de acción de masas.

Por tanto, reordenando la expresión expuesta anteriormente para esta ley, tendremos:

$$\frac{K}{[CO_3Ca]} = \frac{[ClNa]^2}{[Cl_2Ca]\,[CO_3Na_2]}$$

Pero una constante partida por otra constante proporciona una nueva constante, es decir:

$$\frac{K}{[CO_3Ca]} = K'$$

Sustituyendo en la expresión de arriba, se tendrá, en definitiva, la ecuación por la que se rige el equilibrio químico en los sistemas heterogéneos:

$$K' = \frac{[ClNa]^2}{[Cl_2Ca]\,[CO_3Na_2]}$$

Por consiguiente, **en la expresión de la ley de acción de masas para sistemas heterogéneos sólo intervienen las concentraciones de las sustancias que permanecen en la misma fase.**



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.

Por eso, esta ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, que en un principio se había programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.

Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de TECNIRAMA, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la búsqueda y consulta de cualquier artículo.

CARACTERÍSTICAS DEL YODO

¿A qué temperatura funde el yodo? Al dejarlo enfriar nuevamente, ¿pierde sus propiedades? Si se mantiene en un matraz bien cerrado y a la temperatura de fusión, ¿podría explotar el recipiente? L. H. V.

El yodo funde a 113°C; si se deja enfriar una vez fundido, se solidifica de nuevo sin perder sus propiedades.

Al calentar hasta 113°C un matraz cerrado conteniendo yodo, aumenta algo la presión interior en el recipiente, pero no creemos que éste pueda explotar, a menos que posea paredes muy delgadas. En efecto, a dicha temperatura, la presión de vapor de yodo es de unos 100 mm. de mercurio, que se suman a la presión atmosférica normal (760 mm. Hg.) que existía al principio en el matraz; la sobrepresión equivale, pues, a unos 0,136 kilos por centímetro cuadrado, que es perfectamente tolerable por la mayoría de los buenos matraces.

Existe una particularidad interesante en el yodo; para conservarlo, debe guardarse en recipientes cerrados, pues, a la temperatura ambiente, se sublima (pasa de sólido a vapor) poco a poco.

DURACIÓN DE LA VIDA

¿Cuáles son los organismos que tienen la vida más larga? A. J. S.

Primero hay que distinguir entre el reino vegetal y el reino animal. Los seres vivos que alcanzan mayor edad son, sin duda, vegetales. En la tabla siguiente damos la relación de algunos ejemplos significativos.

Tipo de vegetal	Vida máxima (años)	Tipo de vegetal	Vida máxima (años)
Arándano	95	Abeto y pino	1.000
Cerezo	200	Roble y tejo	2.000
Hiedra	450	Secoya (sequoia)	5.000
Enebro	500		
Naranjo	600	Macrozamia (cicadina)	14.000
Olivo	700		

Respecto al reino animal, aunque la vida es más reducida, también existen ejemplos interesantes

Tipo de animal	Vida máxima (años)	Tipo de animal	Vida máxima (años)
Hormigas	10 - 15	Anguilas	60
Perros	10 - 15	Salmones	100
Estorninos, ruiseñores y jilgueros	15 - 50	Papagayos	100
		Gansos	100
		Elefantes	100
Ranas	16	Halcones	170
Vacas	20 - 25	Sollos	250
Sapos	35	Cocodrilos, tortugas	300
Caballos	40		

Por último, la vida media del hombre está cifrada, actualmente, en 75 años, aunque en modo alguno puede considerarse que éste sea el límite de la vida humana. La experiencia nos enseña que, debido a los adelantos médicos, a las mejores condiciones de vida y a un trabajo menos esforzado, la vida media de los hombres está aumentando continuamente. Hay motivos para pensar que el límite de la vida media humana no llegará a ser inferior a 150 años. Actualmente, se conocen casos de vida máxima de 160 años.

Y PARA CONCLUIR...

LO PRIMERO QUE HAY QUE APRENDER EN UN LABORATORIO

La labor del químico, del farmacéutico y de algunos físicos, biólogos, médicos y veterinarios exige el aprendizaje de una serie de técnicas simples relacionadas con el calor, el material de vidrio y los tapones de corcho o de goma. Con estos elementos se puede fabricar y montar una gran mayoría de los aparatos necesarios para el trabajo en un laboratorio.

El medio más económico para calentar en el laboratorio es el **mechero de gas** (figuras 1A y 1B); este sencillo aparato tiene una entrada **c** para el gas, que puede regularse girando el tubo **ab** o por una llave independiente, y una ventilación de aire regulable por la zona **b.** El gas se quema en **a** por el oxígeno del aire circundante y el que penetra por la parte interior **b.** Al encender el gas en **a,** debe estar cerrada la entrada de aire **b,** para evitar que el mechero se "cale"; este fenómeno sucede a veces porque, al entrar aire por **b,** el gas se quema dentro del tubo **ab** y no en **a.** Puede reconocerse que el mechero se ha calado porque la llama en **a** es más pequeña y el tubo **ab** se calienta. Cuando esto ocurre, debe cerrarse la llave de gas y la entrada de aire por **b,** y volverse a encender. Una vez encendido en estas condiciones, puede abrirse la entrada de aire **b** hasta conseguir las características de llama deseadas.

El poder calorífico de la llama de gas, es decir, su temperatura, varía según se le dé más o menos entrada de aire. Cuando la entrada de aire está totalmente abierta, se aporta oxígeno suficiente para que se queme todo el gas (combustión completa); entonces, se produce una llama azulado-rojiza muy calorífica (temperatura elevada). Cuando se cierra la entrada de aire, se consigue una llama luminosa de poco poder calorífico (temperatura baja). Si se observa la llama calorífica se aprecian dos zonas: una exterior rojiza y muy calorífica, y otra interior verde azulada, más fría. Distinguir estas dos zonas es importante cuando se desea utilizar el mechero para ablandar y conformar tubos de vidrio destinados al montaje de un aparato de laboratorio; el tubo no se debe situar en la zona verde-azulada, sino en la que alcanza la máxima temperatura, que se señala en la figura 2 con una flecha.

Para **cortar una varilla o un tubo de vidrio** se les practica una incisión mediante una sierrita de ampollas, una lima o una piedra de esmeril triangular; a continuación, se toma el tubo con dos dedos cerca de la incisión y se hace un esfuerzo como queriendo doblarlo, al tiempo que se tira hacia los extremos. Los bordes cortantes del tubo se redondean a la llama del mechero.

Para **doblar un tubo de vidrio,** previamente, se adapta al tubo del mechero una **palomilla** o **mariposa** (figura 3). A continuación, se pasa varias veces el tubo de vidrio por la llama del mechero, para que se caliente lentamente y no salte; luego se introduce en la llama calorífica y se lo hace girar constantemente para conseguir un calentamiento uniforme. Cuando se ha puesto al rojo y comienza a ablandarse, cesa de girárselo y se suelta una de las manos, con lo cual el tubo se dobla por sí sólo (también se puede presionar suavemente con las manos para conseguir el codo que interesa); los tubos bien doblados no deben estar aplastados en la zona del arco.

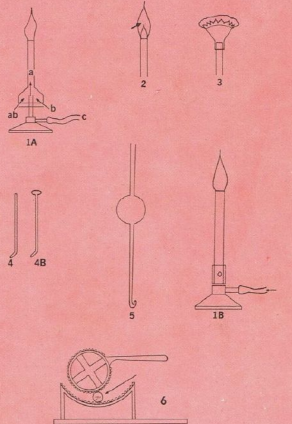
Muchas veces se presenta el problema de **estirar tubos de vidrio** e, incluso, **hacer capilares.** Para ello, se calienta el tubo del mismo modo que cuando se quiere doblarlo y, al iniciarse el estado pastoso del vidrio, se cesa de girar, se saca fuera de la llama e, inmediatamente, se estira con suavidad en la dirección del eje del tubo, manteniendo éste horizontal; si quieren obtenerse capilares (es decir, tubos de muy pequeño diámetro), se estira el tubo con más fuerza y rapidez.

Para **hacer una espátula de vidrio** se calienta, en la llama del mechero, uno de los extremos de una varilla maciza de vidrio, con las mismas precauciones anteriores. Cuando el vidrio ha llegado al estado pastoso, se saca fuera de la llama y se aplasta con unos alicates (calentados antes suavemente para que no salte el vidrio), al mismo tiempo que se le da el ángulo conveniente (figura 4). A veces, el otro extremo de la varilla se aplasta en dirección perpendicular al eje, para obtener una cabeza en forma de disco (figura 4B).

Para **fabricar una pipeta Pasteur** (figura 5) se estira el tubo de vidrio y se cierra a la llama por el extremo estirado; después, con la llama del mechero, se ablanda el vidrio en una zona de la parte ancha del tubo, y se sopla fuera de la llama hasta que se forme una bola o ampolla de diámetro conveniente. Seguidamente, se hace otra bola gemela, del mismo modo, al lado de la anterior; a continuación, se introducen las dos bolas en la llama del mechero y se las funde; en este momento, se saca de la llama y se vuelve a soplar, con lo cual se forma una bola única de paredes resistentes; por último, como se ha dicho anteriormente, se dobla hacia arriba el extremo estirado del tubo y se corta.

En todas estas operaciones hay que tener ciertas precauciones, porque, como el vidrio es un gran aislante del calor, los tubos calentados a la llama conservan bastante tiempo una temperatura elevada y debe evitarse tocarlos durante este tiempo.

Otra operación muy corriente en el laboratorio consiste en **taladrar tapones** para hacer empalmes y juntas en los aparatos que se montan. Esto se realiza con un dispositivo llamado **taladra-corchos,** pero hay que conocer ciertas normas para realizar la operación fácil y rápidamente. Antes de taladrar un tapón de corcho debe mojárselo en agua y ablandarlo, seguidamente, por cualquier procedimiento de presión (por ejemplo, con un **prensa-corchos** como el representado en la figura 6). La perforación, tanto de tapones de corcho como de goma, ha de comenzarse por la base de menor diámetro del tapón; aquélla se ve facilitada si previamente se moja el extremo del taladra-corchos con agua o glicerina.



PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	50.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

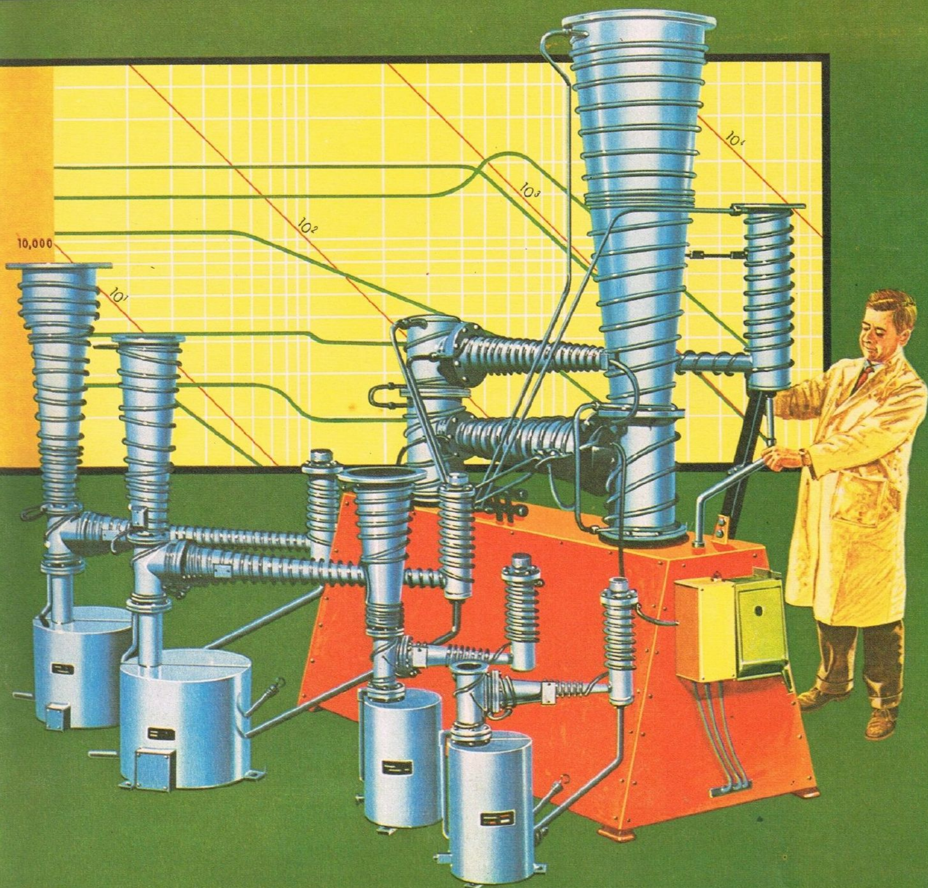
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 31 de enero de 1966.

Nº 121

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **J. MORCILLO (Univ. Madrid), teoría de bandas de los sólidos. A. W. HAUPT (Univ. California), la hidra, un animal con el cuerpo hueco. A. VALLE (Centro Superior de Investigación Científica, Madrid), medida de la conductividad térmica. W. Le GROS CLARK (Univ. Oxford), el Pithecanthropus, fósil humano. A. ALEMANY (Centro Superior de Investigación Científica, Madrid), reactivos de Grignard. F. DEL POZO (Univ. Madrid), contaminación de aguas. Tomás ROLDÁN (Univ. Madrid), la píldora radioemisora. J. M. ORZA (Centro Superior de Investigación Científica, Madrid), alto vacío. M. W. ZEMANSKY (College of City of New York), Carnot y su ciclo. C. CORRAL (Consejo Superior de Investigación Científica, Madrid), el aparato de Soxhlet. T. I. STORER (Univ. California), vida nocturna. A. PHILLIPS (Univ. Yale), agentes desecantes.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 121

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S.A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S.A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

ALTO VACÍO. — La ciencia actual requiere alto vacío y complicados sistemas, como el ilustrado, permiten obtener los índices solicitados.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Jalea real contra los mosquitos. — En la miel producida por las abejas reinas se encuentra una sustancia, ácido oxodecenoico, que inhibe el desarrollo de los ovarios de muchos insectos, principalmente de hormigas, mosquitos y termes. También se ha encontrado que varios de estos artrópodos, en las primeras etapas de su vida, mueren al contacto con soluciones de dicho producto. Así, las larvas del mosquito **"Aedes aegypti"** no pueden llegar al estado de pupa si en las aguas donde crían se agrega sólo un poco de la sustancia real obtenida artificialmente.
Los entomólogos de la Universidad de Manitoba, que han estudiado este fenómeno, suponen que el ácido oxodecenoico interfiere en los procesos de la metamorfosis, lo que puede resultar interesante para futuros insecticidas.

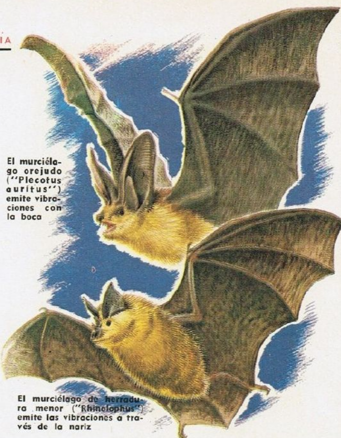
Insectos que digieren la madera. — Los doctores J. B. Adams y M. E. Drew, de la Estación de Investigación del Departamento Canadiense de Agricultura, han encontrado que los áfidos, insectos que viven frecuentemente sobre plantas verdes, digieren también la celulosa de los árboles. Estudiando cerca de 60 especies de áfidos, aislaron de su saliva un concentrado enzimático que cataliza la hidrólisis de la carboximetilcelulosa, en glucosa.
Por tanto, estos insectos no sólo se alimentan succionando los jugos de las plantas, como se creía hasta ahora, sino que la glucosa obtenida del desdoblamiento de la celulosa puede significarles un considerable aporte energético.
Por otra parte, realizar la digestión de la madera les facilita su introducción por las partes leñosas y el fácil acceso a los jugos vegetales.

Se extinguen más ballenas. — Científicos de la División de Pesquerías y Oceanografía de Australia han desarrollado estudios para determinar las causas de extinción de ciertas ballenas.
Se ha comprobado que las ballenas jorobadas, gubarte o yubarta (**"Megoptera novaeangliae"**) están desapareciendo con gran rapidez, por la caza sin cuartel de que se les hace objeto. Se calcula que, hace pocos años, habitaban en el mar unos 25.000 de estos cetáceos, pero en 1962 las flotas balleneras habían reducido su número a alrededor de 1.300.
En la discusión que tuvo lugar para prevenir su exterminio se llegó a la conclusión de que es necesario limitar drásticamente el número de capturas de esta especie, que, como todos los cetáceos, es unípara y, por tanto, de lenta proliferación. Se estima que no deberían cazarse más de 12-18 ballenas jorobadas por año; de esta forma, en un período no menor de 28 años se conseguiría repoblar las aguas antárticas de forma satisfactoria. Una vez conseguido este objetivo, podrían capturarse al año, sin peligro de extinción, unos 350 de estos cetáceos.

NOTICIAS DE MAÑANA

Aprovechamiento de los manglares. — En grandes zonas costeras de la Tierra existen inmensos pantanos improductivos, cubiertos por **mangles ("Rhizophora mangle")**, extraños árboles de aspecto atormentado, con sus retorcidas raíces aéreas (o raíces fúlcreas) que, a manera de puntales, sostienen las ramas.
En la isla de Nueva Guinea (Oceanía) se construyó ya una fábrica para extraer tanino de las cortezas de los mangles y, en consecuencia, se ha iniciado el aprovechamiento de estas zonas pantanosas. La gran cantidad de producto obtenido estimuló el estudio de nuevas aplicaciones para el tanino; en caso de lograrse esto, se afianzaría notablemente el mercado de esta sustancia que, en la actualidad, se halla un poco depreciada.
Una de las líneas de trabajo emprendidas se ocupa de la aplicación del tanino en adhesivos impermeables para maderas. Hasta ahora, con ese objeto se utilizaba mucho el fenol, pero el tanino es bastante más reactivo y cuesta un tercio de aquél, aproximadamente.
Se ha demostrado que una mezcla de tanino, agua y paraformaldehído, adicionada de ligeras cantidades de resinas, constituye un adhesivo impermeabilizante de primera calidad, que supera perfectamente todas las exigencias establecidas a este objeto por el Commonwealth.
La posibilidad de beneficiar los manglares puede suponer, en un futuro próximo, una importante fuente de ingresos para muchos países subdesarrollados de las zonas cálidas del mundo, principalmente de África y Asia.

VIDA NOCTURNA



El murciélago orejudo ("Plecotus auritus") emite vibraciones con la boca

El murciélago de herradura menor ("Rhinolophus") emite las vibraciones a través de la nariz

Los murciélagos se orientan en la noche emitiendo, a intervalos, vibraciones ultrasónicas. Las vibraciones se reflejan en los obstáculos, y las sensibles orejas captan los ecos, indicándoles la distancia y naturaleza de aquéllos. Un grupo de murciélagos emite las vibraciones por la boca, y otro, a través de la nariz.

La llegada de la noche va acompañada de un gran cambio en el mundo animal. Las criaturas diurnas buscan sus lugares de reposo, y una nueva población despierta y entra en actividad. El hombre se retira a sus habitaciones, enciende la luz eléctrica y no percibe, en general, los cambios de la vida en el exterior.

La vida de las criaturas nocturnas discurre en una iluminación muy débil. Al ponerse el sol, no queda más que la de las estrellas o la luz solar reflejada por la luna o el cielo. Debido a esta limitación, los ojos se han adaptado para responder a mínimas cantidades de luz, y también se agudizaron otros órganos de los sentidos, en especial, olfato, oído y tacto.

Pero la noche también reporta sus beneficios. El aire es más frío y, como consecuencia, su humedad aumenta. Muchos invertebrados tienen poca o ninguna defensa frente a la desecación durante el día, por lo que sólo salen después de la puesta del sol. Como ejemplo, tenemos las lombrices de tierra, babosas y caracoles. En el desierto, donde el agua es siempre escasa, casi todos los animales aparecen sólo durante la noche, que es más fría y húmeda, y evitan el intenso calor diurno enterrándose.

VISIÓN NOCTURNA

El tejido del ojo sensible a la luz —la retina— se encuentra en el fondo del globo ocular. Una lente concentra los rayos de luz en su superficie. Las células que forman la retina son de dos tipos: *bastones y conos*. Los conos, menos sensibles a la luz, actúan sólo cuando la iluminación es buena. En el hombre y en algunos pocos mamíferos son los encargados de la visión en colores. Los bastones, mucho más sensibles a la luz, funcionan de noche, cuando la iluminación es pobre. Sin embargo, no detectan los colores.

(Arriba) Los animales nocturnos pueden poseer un "tapetum" o "espejo" detrás de la retina, con lo que la luz que no se absorbe directamente se refleja otra vez hacia atrás. (Centro) El iris del hombre es circular y sus músculos se contraen; la pupila tiene un límite de cierre. Los animales con retinas muy sensibles se defienden de los excesos de luz mediante un iris de rendija más eficaz. (Abajo) En el hombre, los bastones están situados en la periferia del ojo. Directamente detrás de la lente hay una zona que sólo tiene conos. En consecuencia, el hombre ve mejor de noche cuando mira los objetos lateralmente.

La luz se refleja en la superficie de un espejo; los animales nocturnos y seminocturnos tienen su propio espejo, el "tapetum"

El "tapetum" suele estar formado de tejido fibroso o cristales de guanina; los gatos, mapaches, toros, ranas, zorros, osos, caimanes, búfalos y elefantes tienen "tapetum", pero las lechuzas, no; sus bastones son tan eficaces que pasa muy poca luz a través de su retina

Retina

"Tapetum"

En el hombre, los músculos que rodean el iris se contraen para cerrar la pupila circular; cuando más cerrada está, todavía conserva 3 mm. de diámetro

La pupila en forma de rendija de los gatos, caimanes y otros animales consiste en un par de cortinas que se pueden correr hasta cerrarse más que en la ilustración, de forma que sólo quedan abiertos dos agujeros, uno en la parte superior y otro en la inferior

La retina periférica posee conos y bastones

Mancha amarilla central

La mancha amarilla, situada inmediatamente detrás de la lente, sólo tiene conos; si de noche se mira con fijeza, directamente, un objeto, éste desaparece

Los bastones, más sensibles que los conos, intervienen en la visión nocturna

Los conos se utilizan para la visión diurna normal

OJO HUMANO

La lechuza, de plumas suaves y vuelo silencioso, es un animal auténticamente nocturno, que rara vez sale durante el día. La retina de sus ojos es muy sensible, y los oídos, muy agudos. Además, la lechuza es una de las pocas aves con visión binocular. Sus ojos, uno al lado del otro, miran hacia delante, de forma que ve los objetos con ambos a la vez, lo que significa una doble probabilidad de detectar la víctima.
Muchos animales —en especial, los de gran tamaño— desarrollan su actividad durante el día y la noche, y poseen órganos de los sentidos adecuados para maniobrar en la oscuridad: osos, ciervos, mofetas, leones, caballos, cerdos, e incluso el propio hombre. Para los tímidos herbívoros, la noche es más segura que el día. En la oscuridad pueden evitar fácilmente a sus enemigos —aunque estén bien adaptados—. Debido a la misma razón, los animales cuyo número se ha reducido por la caza o enfermedades tienden a la actividad nocturna, hasta que su población aumenta de nuevo. Un buen ejemplo de ello es el conejo.

El ojo humano posee conos y bastones —aproximadamente, un millón de conos y cien millones de bastones—, y es capaz de ver la luz no sólo durante el día, sino también en lugares poco iluminados o durante la noche. La visión nocturna es en blanco y negro, pues está a cargo de los bastones, que carecen de capacidad para discriminar los colores. Los ojos de los animales muy adaptados a la vida nocturna poseen pocos conos, y en algunos murciélagos faltan en absoluto.
Otra característica que permite que el ojo humano sea adecuado para la visión nocturna es el diámetro del globo ocular, de unos 2,5 centímetros —una estructura bastante grande—. Cuanto mayor sea el ojo, más luz es capaz de recibir; así, los gatos, zorras y otros animales nocturnos poseen grandes globos oculares. Los de las lechuzas se hallan tan desarrollados que no pueden girar en sus órbitas, por lo que, para mirar en distintas direcciones, estos cazadores nocturnos deben mover de un lado a otro el conjunto de la cabeza. Esto último, sin embargo, tiene su razón primordial en la *posición frontal* de los ojos de los *estrígidos* (lechuzas, búhos, mochuelos). Los ojos de los caballos, osos, leones, ciervos y búfalos son grandes, y estos animales tienen una buena visión diurna y nocturna.
Una adaptación espectacular de algunos animales cazadores a la visión nocturna consiste en un espejo interno, en el fondo del ojo, que sirve para reflejar la luz que atraviesa la retina, sin absorberla, y hacer que pase de nuevo a través de la retina. Todo el mundo ha contemplado el brillo de los ojos de un gato a la luz de una linterna. Este brillo es, en realidad, la luz de la linterna reflejada, a través de la pupila, por dicho espejo.

OTROS SENTIDOS

La sensibilidad a la luz es sólo uno de los medios con los que el animal explora el ambiente. Otros órganos de los sentidos pueden también suministrarle información y, durante la noche, cuando la iluminación es débil, adquieren especial importancia, hasta el punto de que algunos seres nocturnos hacen muy poco uso de sus ojos.
Los pelos de los mamíferos y las plumas de las aves no sólo sirven para protegerlos contra el frío, sino que cada estructura está dotada de una fibra nerviosa; si el pelo entra en contacto con algún objeto, el animal queda inmediatamente advertido de la interferencia. Los pelos son *táctiles* o sensibles al tacto.
Una sensibilidad particular es la que presentan las grandes cerdas (*vibrisas*) que se extienden a ambos lados de la cara del animal. Los animales nocturnos, tengan o no buena visión, presentan estas cerdas, así como pelos desarrollados, que nacen de sus cejas. Al atravesar agujeros oscuros o túneles, estas cerdas rozan las paredes laterales e indican al animal las dimensiones del orificio. Si las cerdas rozan otro animal, desencadenan una violenta acción refleja. El gato saca sus garras, anticipándose a su víctima, y la mosca huye para salvar su vida.
Ciertas plumas que cubren la faz de las aves nocturnas se especializan también para estas funciones. La lechuza y el chotacabras están abundantemente equipados con ellas.
El sentido del olfato es independiente de la luz; la humedad de la atmósfera nocturna resulta muy adecuada para trasportar los olores. Para conseguir información, los animales pequeños, tales como los ratones de campo y las musarañas, se fían, en especial, de su olfato; sus ojos son relativamente pequeños e ineficaces para la visión nocturna. Buscan simientes e insectos, principalmente por el olor y el tacto. Durante la noche, las mariposas nocturnas son atraídas hacia las flores, parcialmente, por el olor, que detectan con sus sensibles antenas.
La audición es otra de las sensaciones importantes, y suele estar muy desarrollada en los animales nocturnos, que pueden comunicarse con sus compañeros sin delatarse, pues las distintas especies tienen su propio canal de ondas sonoras. Las vibraciones del aire, producidas por sus lenguas y bocas, son detectadas sólo por los tímpanos extraordinariamente afinados de seres de su propia especie. La noche puede ser silenciosa para el hombre, pero está llena de ruidos que él no puede percibir.

A medida que la temperatura decrece, la humedad aumenta. Con la atmósfera húmeda salen muchos animales que, con el calor del día, correrían peligro de desecarse. La humedad elevada facilita también el sentido del olfato.

EL FENÓMENO DE LOS MURCIÉLAGOS

Los murciélagos son notables, porque emiten sonidos para guiarse en el vuelo. El sonido se produce con la lengua y escapa por la nariz o las comisuras de la boca, a muy alta frecuencia. Se reflejan sobre los objetos que rodean el animal, que detecta los ecos con sus oídos en forma de trompeta. La velocidad e intensidad de las respuestas proporcionan al murciélago una descripción detallada de los obstáculos que hay en su camino. El murciélago "casi ve" con sus orejas. Aunque tiene ojos, su visión no parece buena y, mediante la localización por ecos, puede volar a través de un bosque, en la noche más oscura, capturando insectos a su paso.
Para eludir el *sonar* de los murciélagos, algunas mariposas nocturnas están cubiertas de escamas vellosas, que amortiguan el eco, o son capaces de detectar los sonidos de alta frecuencia del grito de los murciélagos, tirándose al suelo.
Aunque los murciélagos resultan, con mucho, los mejores localizadores por eco, no son únicos en esta especialidad. Los ratones de campo y las musarañas también se sirven de los sonidos que emiten para orientarse en la oscuridad. Incluso, un hombre entrenado es capaz de sacar partido de este fenómeno. Así, con frecuencia, los ciegos siguen su camino sin tropezar con los obstáculos, escuchando el eco de sus pisadas o de los golpes de su bastón.

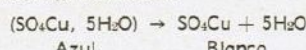
Las serpientes de cascabel tienen dos hoyuelos sensibles, uno a cada lado de la cabeza ("foseta loreal"), entre el ojo y los orificios de la nariz. Estos hoyuelos son tan sensibles a la temperatura que pueden detectar las presas de sangre caliente.



AGENTES DESECANTES

Una de las impurezas más comunes en los compuestos de una preparación suele ser el agua. En muchas ocasiones, es necesario separar con el máximo cuidado los vestigios de agua que quedan en la muestra de una sustancia, pues, de otro modo, sus propiedades químicas pueden resultar afectadas. Por ejemplo, cuando el gas cloro está puro y absolutamente seco no posee demasiada actividad, pero, ligeramente húmedo, es uno de los gases con más poder de reacción que se conocen.

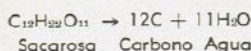
Para eliminar la humedad, los químicos cuentan con diversos *agentes desecantes*, cada uno con peculiaridades distintas, aplicables a casos diferentes. Unos son más eficaces que otros; pero, en ciertos casos, los más activos no se pueden utilizar, porque reaccionan con la sustancia que se va a desecar. Algunos agentes desecantes se limitan a absorber el agua en su estructura, como el gel de sílice. Otros separan el agua por reacción química. El ácido sulfúrico concentrado, por ejemplo, separa el agua de cristalización de los cristales de sulfato de cobre, haciendo que su color pase del azul al blanco, que es el de la forma anhidra:



$$(SO_4Cu, 5H_2O) \rightarrow SO_4Cu + 5H_2O$$

Azul — Blanco

En una reacción todavía más enérgica, el ácido sulfúrico absorbe el agua de las moléculas de azúcar, dejando una masa de carbón esponjoso:



$$C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12C + 11H_2O$$

Sacarosa — Carbono — Agua

DESECANTES

He aquí una lista de los agentes desecantes más corrientemente utilizados:

Pentóxido de fósforo
Sulfato magnésico
Potasa cáustica fundida
Ácido sulfúrico concentrado
Gel de sílice
Óxido cálcico
Cloruro cálcico anhidro
Cloruro de cinc
Sulfato de cobre

Hay una enorme variación en la eficacia de estos agentes desecantes: el pentóxido de fósforo deja, en un gas, la cienmilésima parte de la cantidad de agua que deja un agente desecante poco enérgico, tal como el sulfato de cobre.

Aunque el ácido sulfúrico es efectivamente un buen agente desecante, debe utilizarse siempre con precaución, porque resulta un ácido muy enérgico y un fuerte agente oxidante. Entre los gases que pueden secarse con ácido sulfúrico se encuentran el nitrógeno, el oxígeno, el anhídrido carbónico y el hidrógeno. Otros —amoníaco, bióxido de nitrógeno, ácido bromhídrico, ácido clorhídrico y ácido sulfhídrico—, sin embargo, no pueden secarse de este modo, pues reaccionan con el ácido sulfúrico.

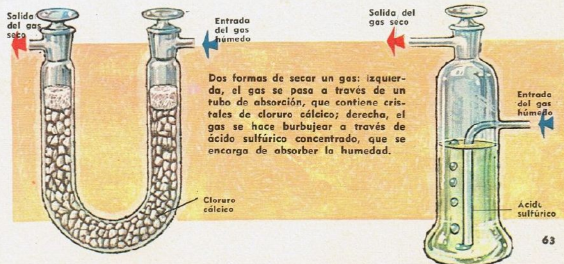
Hay un gran número de desecantes sólidos que pueden utilizarse en el laboratorio. En general, son formas anhidras de ciertas sales capaces de tomar agua de cristalización. El pentóxido de fósforo, que es un agente desecante muy enérgico, se convierte, después de haber sido utilizado, en una masa húmeda de ácido fosfórico. El cloruro cálcico anhidro es uno de los agentes desecantes más corrientemente utilizados. Para secar un gas, se le hace pasar a través de un tubo que contenga un sólido desecante. Para secar líquidos (particularmente, compuestos orgánicos), se introduce en ellos cloruro cálcico anhidro y se dejan reposar durante unas horas. El líquido se filtra entonces, separándose el sólido. Otros agentes desecantes utilizados en química orgánica son el sulfato magnésico anhidro y el sulfato sódico anhidro. Su acción es más lenta que la del cloruro cálcico.

El procedimiento más eficaz para desecar un sólido consiste en calentarlo a sequedad. Pero no siempre es posible, porque el sólido puede descomponerse a altas temperaturas. Resulta más seguro el método de desecar un sólido en un *desecador*, que es, simplemente, un recipiente de cierre hermético en el que el sólido húmedo se coloca sobre un vidrio de reloj. El agente desecante —ácido sulfúrico, cloruro cálcico o pentóxido de fósforo— se coloca en el fondo del desecador. El vapor de agua de la atmósfera de éste es rápidamente absorbido por el desecante.



El sólido se coloca en un desecador de cierre hermético. La atmósfera del recipiente se mantiene seca gracias al desecante, que puede elegirse convenientemente según el grado de desecación que se desea alcanzar.

El desecador se utiliza también como recipiente de enfriamiento. Cuando un sólido ha sido desecado por calentamiento, resulta esencial que se enfríe en un ambiente seco, para impedir que vuelva a absorber agua de la atmósfera; esto se consigue introduciendo la muestra en el ámbito seco del desecador.



Dos formas de secar un gas: izquierda, el gas se pasa a través de un tubo de absorción, que contiene cristales de cloruro cálcico; derecha, el gas se hace burbujear a través de ácido sulfúrico concentrado, que se encarga de absorber la humedad.

TEORÍA DE BANDAS DE LOS SÓLIDOS

Las propiedades físicas de los distintos estados de la materia (gas, líquido o sólido) dependen del modo de comportarse ésta cuando absorbe energía. Al proporcionar energía eléctrica a una barra de cobre mediante una pila eléctrica, sus electrones se ponen en movimiento, con lo que circula una corriente eléctrica a su través. Cuando la misma pila se conecta a los extremos de un trozo de polietileno, no se aprecia el paso de corriente eléctrica.

El cobre y el polietileno están formados por átomos, y tanto los átomos de cobre como los de hidrógeno y carbono —constituyentes éstos del polietileno— se hallan compuestos por núcleos cargados positivamente y electrones de carga negativa. El polietileno es un aislante, pero ello no es debido a que en él exista un defecto de electrones para contribuir a formar la corriente eléctrica.

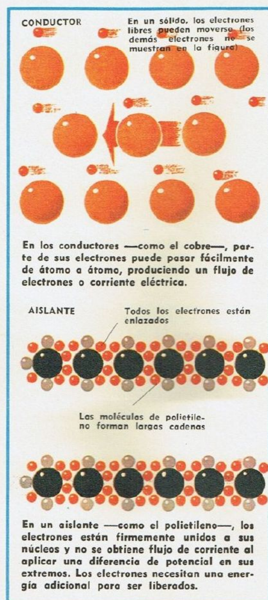
Las diferencias existentes entre uno y otro sólido, es decir, su diferente respuesta a un campo eléctrico o su distinto comportamiento al absorber energía luminosa, están determinadas por la *estructura electrónica del sólido*. Por estructura no entendemos las posiciones reales de los electrones. La física moderna nos dice que es imposible determinar con toda exactitud la posición de un electrón en cierto momento. Lo que queremos decir es que en un determinado material existen electrones con una energía y otros con energía diferente. En los sólidos, los electrones están como clasificados en grupos, los cuales se distinguen entre sí porque poseen una energía similar. Los sólidos podrían compararse a un edificio comercial en el que los electrones serían los empleados. Normalmente, los empleados ocupan un piso; pasan de un piso a otro rápidamente utilizando el ascensor. En un sólido, cada piso es una *banda de energía,* y la *teoría de bandas de los sólidos* proporciona una explicación satisfactoria de la mayor parte de sus propiedades.

LOS ELECTRONES EN LOS ÁTOMOS

En los átomos, los electrones están dispuestos en capas alrededor del núcleo. Nuevamente diremos que es imposible predecir la posición exacta de un electrón en un momento dado. Cuando se dice que un electrón ocupa una determinada órbita, lo que realmente quiere significarse es que el electrón tiene una determinada energía. En los átomos, la energía de los electrones de cada órbita está bastante bien definida. Las energías orbitales pueden representarse en un diagrama en el que un trazo corresponde a la energía de cada órbita. Estos diagramas tienen el aspecto de una escalera en la que los peldaños superiores representan la energía de un electrón situado en órbitas de gran energía, y los peldaños inferiores, la energía más baja.

LOS ELECTRONES EN LOS SÓLIDOS

En las órbitas de los átomos, los electrones tienen energías bien definidas, las cuales, como hemos dicho, se representan por trazos sobre un diagrama de



En los conductores —como el cobre—, parte de sus electrones puede pasar fácilmente de átomo a átomo, produciendo un flujo de electrones o corriente eléctrica.

En un aislante —como el polietileno—, los electrones están firmemente unidos a sus núcleos y no se obtiene flujo de corriente al aplicar una diferencia de potencial en sus extremos. Los electrones necesitan una energía adicional para ser liberados.

En un átomo, los electrones están dispuestos en órbitas. Cuanto más externa sea la órbita, mayor será la energía del electrón que la ocupe. Las energías de los electrones se representan mediante trazos en un diagrama de energías. Cuanto más alta esté la línea, mayor será la energía del electrón. Análogamente, cuanto más alto sea el peldaño de la escalera, mayor será la energía potencial del hombre que sube por ella.

El hombre debe poner su pie sobre alguno de los peldaños de la escalera; de otro modo, caería. Los electrones no pueden encontrarse entre dos niveles, sino que han de ocupar siempre un nivel bien definido.





Si el balde está lleno, es fácil verter el agua con un pequeño movimiento. En cambio, si contiene poca agua, para verterla es necesario casi volcarlo.

energías. Si no tuvieran esta energía, los electrones serían atraídos por el núcleo, ya que ambos poseen cargas eléctricas de distinto signo. Un sólido está compuesto por gran número de átomos, muy cercanos entre sí. En este caso, entonces, no existe sólo la fuerza de atracción entre el núcleo de un átomo y sus propios electrones, sino que los electrones de átomos vecinos se influyen mutuamente, con el resultado de que las energías de los electrones de cada átomo están ligeramente afectadas por la presencia de sus vecinos.

Sucede como si los peldaños de la escalera a que aludimos se ensancharan para formar un manojo de peldaños, como ocurriría si se pusieran varias escaleras una encima de otra.

Por esta razón, el diagrama de energías de un sólido no tiene el mismo aspecto que el de un átomo. Los trazos que aparecían antes se muestran ligeramente alterados y, al juntar todos sobre un diagrama, se ensanchan para formar un conjunto de líneas, es decir, *bandas*. Así, pues, en los sólidos, los electrones están dispuestos todos en estas bandas de energía, y cada grupo de electrones posee la energía correspondiente a su propia banda. Los electrones sólo pueden pasar de una banda a otra cuando se les comunica la energía necesaria para ello.

CONDUCTORES Y AISLANTES

La teoría de bandas de los sólidos es útil porque proporciona una explicación a la diferencia que patentizan los distintos tipos de materiales en sus propiedades. Volvamos a la diferencia existente entre conductores y aislantes eléctricos. Según la antigua teoría, en el seno del conductor existía una nube de electrones libres, que podían moverse a través del sólido aun cuando se aplicase una pequeña diferencia de potencial. En los aislantes, los electrones estaban fuertemente unidos a los átomos y no tenían libertad para moverse a través del sólido, a menos que les fuera aplicada una diferencia de potencial muy grande.

En la teoría de bandas, los electrones libres se encuentran en la banda superior o *de conducción*. Los otros electrones ocupan bandas de energía más baja, denominadas *bandas de valencia*. En un metal como el cobre, los átomos están tan juntos que las bandas de energía son muy anchas, debido a que las órbitas de los electrones resultan muy afectadas por la presencia de los átomos vecinos. Entonces, la banda de energía más alta se ensancha tanto que su límite inferior se sobrepone con la banda de valencia de energía más alta. Debido a ello, en un metal, los electrones pueden moverse libremente, y, por tanto, éste conduce la electricidad.

En los aislantes, los átomos no se encuentran tan juntos, por lo que las bandas de valencia no se ensanchan tanto y no se sobreponen. Las bandas están bien separadas, lo que significa que los electrones de la banda superior no pueden pasar a la banda de conducción, a menos que se les comunique una gran cantidad de energía. Por ejemplo, si calentamos un aislante, algunos de sus electrones reciben suficiente energía como para pasar a la banda de conducción y convertirse en electrones libres.

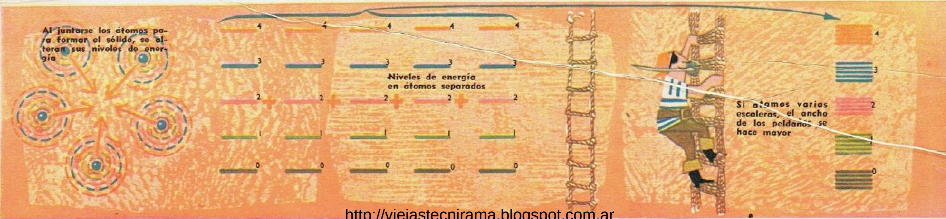


Para que los electrones de un sólido gocen de cierta libertad han de encontrarse en la banda de conducción. Basta, entonces, la aplicación de un pequeño potencial para que comiencen a circular a través del sólido. En la banda de conducción de los metales existen electrones. En los aislantes, al no existir electrones en dicha banda, no puede circular una corriente eléctrica.

Al calentar un aislante se comunica a sus electrones suficiente energía para que pasen de las bandas de baja energía a la banda de conducción. Entonces, estos electrones pueden circular a través del sólido si a éste se le aplica una diferencia de potencial, con lo que el aislante se convierte en conductor.

Del mismo modo, si se aplica una gran diferencia de potencial, algunos electrones adquieren energía suficiente para pasar a la banda de conducción, y el aislante se convierte en conductor.

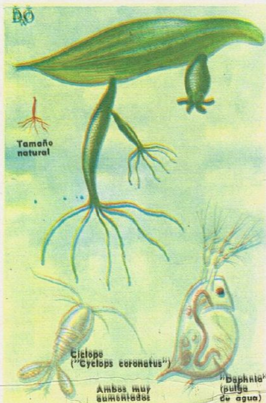
Al juntarse los átomos para formar el sólido, los electrones de los diferentes átomos interfieren entre sí. Las energías de sus electrones se alteran. Las simples líneas se convierten en bandas. Es como si atásemos varias escaleras: sus peldaños son ahora un conjunto de peldaños individuales, con lo que su ancho se hace mayor.



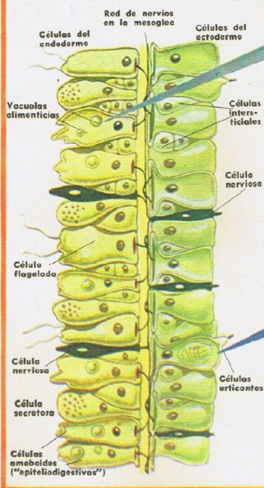
LA HIDRA,
UN ANIMAL CON EL CUERPO HUECO

Las *hidras* y sus semejantes figuran entre los animales pluricelulares más sencillos. Su cuerpo es una simple envoltura con una sola abertura —la boca—, que está rodeada de tentáculos; éstos constituyen lo que podríamos llamar sus brazos. Estos animales se denominan *celentéreos* (del griego: *koilos*, vacío, y *enteron*, intestino). La pared de su cuerpo está constituida sólo por dos capas de células, en contraposición con la de los animales superiores, formada por tres.

Las distintas especies de hidras viven en aguas limpias y están muy difundidas. Su distribución es, sin embargo, algo caprichosa: encontramos muchas en un remanso, mientras que en otro totalmente similar no hallamos ninguna. Las hidras viven adheridas a la vegetación que crece en el agua. Utilizando un microscopio es posible ver que tanto la pared de su cuerpo como la de sus tentáculos huecos están compuestas por dos capas celulares. La exterior se denomina *ectodermo*, y la interior, *endodermo*. Entre ambas existe una fina capa de material gelatinoso, denominado *mesoglea*. La mayor parte de las células que unen las dos capas en sus extremos, y las que rellenan los espacios existentes entre las propias capas, son células *intersticiales*, pequeñas e indiferenciadas, que contribuyen a mitigar cualquier daño que experimente el animal. Las células del ectodermo *(epiteliomusculares)* tienen en su base, es decir, en su parte interna, unas proyecciones denominadas *apéndices musculares*, que están dispuestos a todo lo largo del animal, junto a la capa gelatinosa, y que, al contraerse, acortan su cuerpo. Del mismo modo, si se contraen los apéndices musculares de un solo lado, el cuerpo se dobla en la dirección correspondiente. Las células del endodermo poseen también apéndices musculares, pero éstos están dispuestos alrededor del cuerpo, de modo que, al contraerse, lo ensanchan o lo estrechan. Las acciones de los apéndices musculares son controladas por un sistema nervioso muy sencillo, radicado en la pared del cuerpo.



Hidra extendida y contraída. Los músculos de la pared del cuerpo producen estas variaciones de tamaño. (Abajo) Dos pequeños crustáceos de los que se alimenta la hidra.

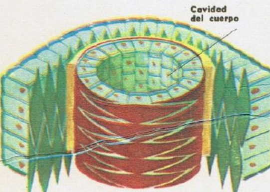


Corte de la pared del cuerpo de una hidra, que muestra los diferentes tipos de células existentes, los apéndices musculares y la mesoglea.

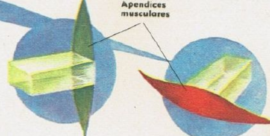
NUTRICIÓN DE LAS HIDRAS

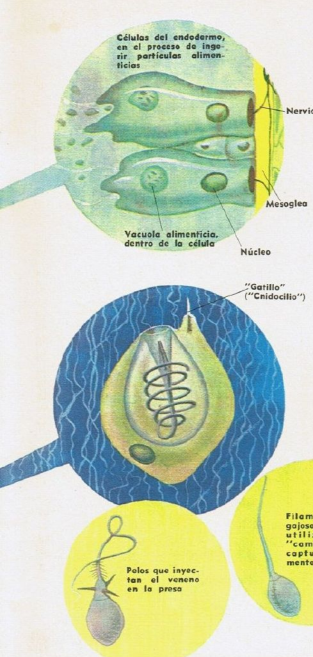
Las hidras se alimentan de una variedad de pequeños animales, tales como las pulgas de agua *(Daphnias)*, a las que capturan mediante gran cantidad de pequeñas células de aguijón *(células urticantes)* situadas en los tentáculos. Sobre la capa exterior hay dispersas una infinidad de estas células urticantes, denominadas *nematoblastos*. Cada nematoblasto contiene una cápsula *(nematocisto)*, de la que sobresale una pequeña prolongación, denominada *cnidocilio*. Dentro de cada cápsula hay una pequeña funda hueca, que está invertida y tiene el aspecto de un dedo de guante vuelto del revés. Estas fundas, convertibles en fragmentos, constituyen el aparato que captura los alimentos.

Hay varios tipos de filamentos, cada uno con una función bien definida (envolventes, aglutinantes, penetrantes). Cuando la presunta presa roza algún tentáculo, perturba



En la figura se muestran las dos capas celulares que constituyen el cuerpo de la hidra, junto con los apéndices musculares de ambas capas.





tir de las células intersticiales no diferenciadas. Estas células poseen una notable capacidad de emigrar, a través del cuerpo, hacia los tentáculos, para ocupar el lugar preciso donde son requeridas.
Lo que parece ocurrir es que, cuando las células urticantes alcanzan la presa, las proteínas liberadas por ésta hacen que la hidra abra la boca y despliegue sus tentáculos hacia ella. Entonces, la comida llega a la boca y comienza la digestión. Algunas de las células de la cubierta *(gastrodermis)* de la cavidad digestiva segregan jugos que degradan los alimentos en partículas más pequeñas. Otras células de la cubierta poseen largos flagelos *(células flageladas)*, cuya misión es mantener una buena mezcla. Existe un tercer tipo de células —*epitelio digestivas*— que actúa, en realidad, como una ameba e incorpora directamente pequeñas partículas de comida. La digestión se completa en estas células y los productos resultantes se distribuyen por todo el cuer-

a la base y forma un bulto o yema. En su extremo aparecen una boca y unos tentáculos, y el nuevo animal se separa del primitivo. Es posible que durante algunos días permanezca libre en el agua, antes de radicarse definitivamente. Pequeños fragmentos desprendidos de hidras pueden también convertirse en animales completos, siempre que contengan cierta cantidad de ectodermo y endodermo. En algunos animales similares (la *obelia*), el proceso de gemación aparece repetidamente, pero los nuevos individuos no llegan a separarse, sino que permanecen unidos al progenitor formando una colonia.
Las hidras también pueden reproducirse sexualmente. A veces aparecen estructuras masculinas y femeninas en un mismo individuo; pero, en la mayoría de las especies, surgen en individuos distintos. En el otoño, a partir de las células intersticiales, se crean los testículos cerca de los tentáculos, y los ovarios cerca de la base. Ambas estructuras, masculina y femenina, aparecen como pequeños abultamientos sobre el cuerpo. La masculina contiene gran número de células de esperma *(espermatocitos)*, y los ovarios, un solo huevo. Cuando maduran, las células masculinas vierten sus espermatozoos en el agua. Muchos de ellos se pierden, pero alguno alcanza una célula femenina y forma un *cigoto*, que comienza a dividirse rápidamente en un apelotonamiento de células, las cuales constituyen su protección. Luego, el cigoto se separa de su progenitor para pasar el invierno entre el lodo. Cuando llega de nuevo el buen tiempo, en la primavera, las células salen de su capa protectora y crecen para formar una nueva hidra.



Célula urticante intacta, junto con tres tipos diferentes de células, ya descargadas, con los que la hidra captura sus alimentos.

alguno de los cnidocilios, que actúa entonces como un gatillo, pues hace que se dispare hacia afuera el filamento correspondiente. Alguno de estos filamentos están provistos de pelos, que penetran en la piel de la presa inyectándole un veneno. Aunque la cantidad de veneno es realmente escasa, los animales pequeños, como la pulga de agua, quedan inmediatamente paralizados, pues el veneno, si comparamos un volumen igual, es tan eficaz como el de las cobras. Otros filamentos son pegajosos o están arrollados, lo que contribuye a capturar la presa. Cuando una de estas células urticantes ha cumplido su objetivo, pierde su eficacia y debe ser remplazada. Continuamente, se están formando células de este tipo a par-

po. Las partículas no digeridas se expulsan por la boca.
Debido a que el espesor de la pared del cuerpo es el correspondiente a dos células, y a que está siempre sumergido en el agua, no se requieren órganos especiales para obtener oxígeno o para expulsar residuos. Estas sustancias se difunden, simplemente, hacia el interior o hacia el exterior de las células, a través de las membranas.

REPRODUCCIÓN DE LAS HIDRAS

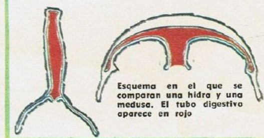
Durante el buen tiempo, cuando la comida puede obtenerse fácilmente, las hidras se reproducen por *gemación*. La pared del cuerpo crece en uno o en varios puntos cercanos



Casi todos los celentéreos viven en el mar. La hidra es una excepción. Las obelias y otros animales que viven formando colonias están emparentados con aquélla. En los corales y anémonas de mar se observan ciertos caracteres semejantes a los de las hidras. Estos animales tienen en el cuerpo un gran número de pliegues verticales, que incrementan la superficie de absorción de alimentos. Las medusas son como hidras que nadasen boca abajo. La cavidad digestiva está formada por cierto número de canales. El efecto de las células urticantes de las medusas es bien conocido de todos aquellos que se han bañado en mares cálidos. Ciertas medusas apresan y engullen peces de tamaño considerable.

Sistema de movimiento. El animal se dobla y sus tentáculos se posan sobre la superficie. Las células de excreción pegajosa se ponen en funcionamiento, fijando los tentáculos en esa posición. La base se suelta entonces y, mediante una nueva contracción, el cuerpo se mantiene derecho. El animal puede fijar su base en cualquier otro punto ejecutando una nueva contracción del cuerpo.





Esquema en el que se comparan una hidra y una medusa. El tubo digestivo aparece en rojo

MEDIDA DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Es bien conocido el hecho de que no todos los materiales, aun estando en equilibrio térmico con sus alrededores, se nos muestran al tacto igual de fríos o calientes. Esta diferencia es debida a su distinta conductividad térmica. Los metales son muy buenos conductores del calor, con lo que, por decirlo así, nos quitan rápidamente el de nuestro cuerpo cuando los tocamos con los dedos. Por eso nos parece que los metales están fríos. Los gases, como el aire, ocupan los lugares inferiores en la escala de conductividades térmicas. Los materiales que presentan muchos espacios libres en su constitución, tales como el algodón o el asbesto, son, por tanto, buenos *aislantes* térmicos.

El calor es una forma de energía, y el flujo calorífico es el proceso de difusión de esta energía. Para que se produzca este flujo a través de un cuerpo es necesaria la existencia de un *gradiente de temperaturas* entre sus extremos, que no es más que una medida del descenso de la temperatura de un extremo a otro. Cuando el gradiente de temperaturas es constante a lo largo de un cuerpo podemos hallarlo, simplemente, dividiendo la diferencia de temperaturas existente entre sus extremos por la distancia entre ellos.

Del mismo modo que con la conductividad eléctrica, existe una ley muy simple para la conductividad térmica, que puede ser aplicada al flujo calorífico que se establece, por ejemplo, a través de las paredes de una habitación o a través del mango de una sartén. La cantidad de calor que pasa por segundo a través de 1 cm^2 del objeto en estudio es igual a su conductividad térmica multiplicada por el gradiente de temperaturas. El método experimental para determinar la conductividad térmica de un material consiste en la medida del flujo calorífico en un gradiente de temperaturas conocido. Se suelen hacer dos tipos de experimentos a tal efecto, uno apropiado para buenos conductores, y otro para materiales de escasa conductividad, es decir, los aislantes.

MÉTODO DE LAS BARRAS DE SEARLE

Al material objeto de medida, corrientemente un metal, se le da forma de una barra. Uno de sus extremos se suelda a una fuente calorífica, tal como una pequeña caldera de vapor. Alrededor del otro se arrolla convenientemente una espiral de refrigeración, a través de la cual circula, en cada segundo, una cantidad conocida de agua. A lo largo de la barra, y a una distancia determinada, se disponen los termómetros. Los contactos entre éstos y la barra se hacen a través de recipientes (ampollas) de mercurio. A la salida y a la entrada del agua de refrigeración se disponen otros dos termómetros. Para que no se produzca ninguna pérdida de calor, la barra y la espiral van encerradas en una caja de material aislante. Cuando se da entrada al vapor, comienza a fluir calor a lo largo de la barra; éste llega pronto a la espiral, con lo que se calienta el agua que circula por ella. Una vez que se alcanzan las condiciones de equilibrio, es decir, cuando todos los termómetros marcan temperaturas invariables, todo el calor que pasa a lo largo de la barra es trasmitido al agua del refrigerante.

La cantidad de calor que absorbe el agua por unidad de tiempo puede deducirse fácilmente a partir de la medida del flujo de agua que circula y del incremento de su temperatura. Una vez conocido el gradiente de temperaturas a lo largo de la barra, puede determinarse la conductividad. El gradiente de temperatura es la diferencia que hay entre lo que marcan los dos termómetros dividida por la distancia entre ellos.

MEDIDA DE LA CONDUCTIVIDAD CALORÍFICA DE LOS AISLANTES

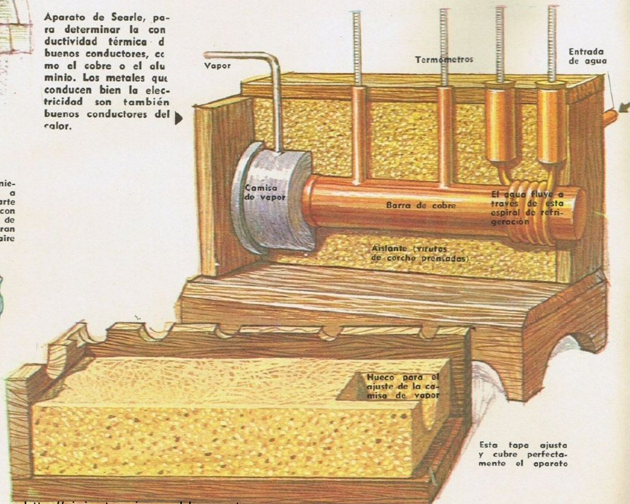
Si para la medida de la conductividad calorífica de los aislantes utilizáramos muestras de la misma longitud que en el caso de los conductores, no podríamos apreciar el paso de flujo calorífico alguno, debido a





A partir de un gran volumen de nieve se obtiene un volumen de agua muy reducido. Ello es debido a que el 80 % de la nieve es realmente aire, por lo que resulta un buen aislante térmico.

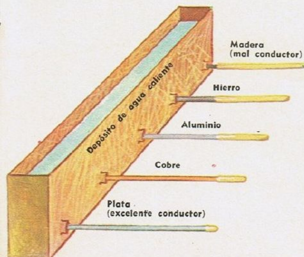
Aparato de Searle, para determinar la conductividad térmica de buenos conductores, como el cobre o el aluminio. Los metales que conducen bien la electricidad son también buenos conductores del calor.



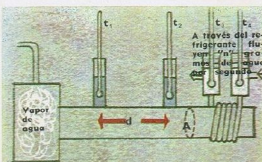
su escasa intensidad. En estos casos, a la muestra se le da una forma de disco plano de unos cuantos milímetros de espesor. Este disco se interpone, entonces, entre dos pesadas placas de bronce, que se encuentran en contacto con sendos termómetros. La placa superior forma la base de una pequeña caldera de vapor, y el aparato, en conjunto, se suspende en el aire mediante tres cuerdas, con el objeto de que sean mínimas las pérdidas por conducción. Este aparato se denomina *disco de Lees y Chorlton*. Se hace pasar al vapor de agua a través de la caldera y, cuando el aparato en conjunto alcanza el equilibrio, con el termómetro superior a 100ºC. y el inferior a 70ºC., todo el calor recibido por la placa inferior, a través del disco, se trasmite por conducción y radiación a sus alrededores. Dado que el calor que la placa inferior pierde por unidad de tiempo es el mismo que recibe a través del disco, será suficiente que determinemos la velocidad de enfriamiento de dicha placa, lo que constituye la segunda parte del experimento.
Para ello, se calienta la placa inferior hasta 100ºC. y se la recubre convenientemente con un buen aislante, como el fieltro, para que, como en la primera parte del experimento, no se produzcan pérdidas de calor; entonces, se deja enfriar el disco lentamente. Se lee a intervalos la temperatura que alcanza, representándosela gráficamente frente al tiempo. El gradiente de esta representación gráfica a 70ºC. es la velocidad de enfriamiento de la placa en ese punto. A partir de este valor puede comprobarse fácilmente el calor perdido por unidad de tiempo en calorías/seg., que equivale, como ya hemos visto, al flujo calorífico a través del disco. La conductividad térmica es el cociente entre el flujo calorífico y el gradiente de temperatura.
Estos dos métodos son los utilizados normalmente en la medida de la conductividad calorífica de los sólidos. Para gases y líquidos se utilizan métodos especiales.

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA
Plata	0,97
Cobre	0,92
Aluminio	0,50
Hierro	0,16
Ladrillo	0,0015
Madera	0,0005
Seda	0,00095

Si recubrimos con cera varillas de diferentes metales, y unimos éstas a una fuente calorífica, la cantidad de cera fundida está en función de la conductividad térmica de la varilla.



Cuando el aparato, en conjunto, alcanza el equilibrio, todo el flujo calorífico se pierde, a través del disco inferior, por convección y por radiación. t_1 estará a 100°C, y t_2 a una temperatura inferior. Para determinar la pérdida de calor del disco de latón a esta temperatura hay que realizar otro experimento.



A través del refrigerante fluyen "n" gramos de agua por segundo. El incremento de temperatura de los "n" gramos es igual a $t_3 - t_4$.

Calor absorbido por el agua = n ($t_3 - t_4$) calorías
Flujo calorífico por unidad de superficie =

$$\frac{n(t_3 - t_4)}{A}$$

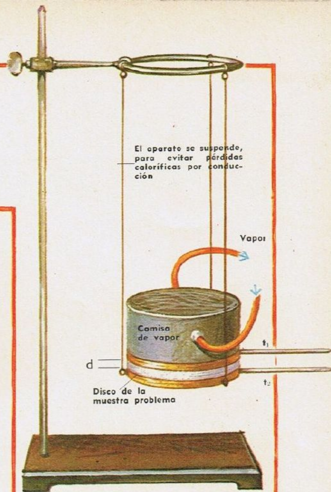
Como la barra está aislada térmicamente, no se producen pérdidas caloríficas y, como el gradiente de temperaturas permanece constante, su valor puede hallarse entre dos puntos cualesquiera de dicha barra.

$$\text{Gradiente de temperaturas} = \frac{t_1 - t_2}{d}$$

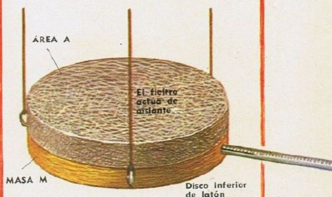
Flujo por unidad de superficie y por unidad de tiempo = conductividad térmica × gradiente de temperaturas

$$\frac{n(t_3 - t_4)}{A} = \text{conductividad térmica} \times \frac{t_1 - t_2}{d}$$

De este modo es posible deducir la conductividad térmica.



Disco de Lees y Chorlton.



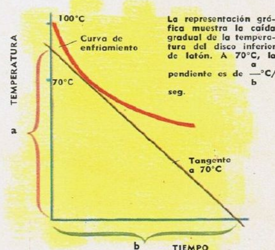
Se calienta el disco inferior, recubriendo convenientemente su parte superior para que no haya pérdidas de calor. Entonces, se lo deja enfriar poco a poco, midiendo su temperatura a intervalos, para representar gráficamente su curva de enfriamiento.

El gradiente de la representación gráfica a 70°C es una medida de la caída de temperaturas en ese punto. Si la masa del disco es M, y el calor específico del latón S, $MS\frac{a}{b}$ es el número de calorías que pierde el disco por segundo. Si su superficie es A, el flujo calorífico, por unidad de superficie, será, por tanto:

$$\frac{MSa}{Ab}$$

Esta cantidad es igual al producto de la conductividad térmica por el gradiente de temperaturas a través del disco, que viene expresado por $\frac{t_1 - t_2}{d}$; luego:

$$\frac{MSa}{Ab} = \text{conductividad térmica} \times \frac{t_1 - t_2}{d}$$



La representación gráfica muestra la caída gradual de la temperatura del disco inferior de latón. A 70°C, la pendiente es de $\frac{a}{b}$°C/seg.

EL PITHECANTHROPUS, FÓSIL HUMANO



En 1891, el antropólogo holandés Eugene Dubois descubrió, en las excavaciones que llevaba a cabo en Trinil (Java), un trozo de calavera y un diente, que habían de constituir un punto de partida en el estudio del hombre fósil. Una de las circunstancias más notables de este descubrimiento fue el hecho de que Dubois había predicho que encontraría restos de hombres fósiles precisamente en aquella región del planeta. Los arcos superciliares del cráneo encontrado eran muy acusados, por lo que Dubois pensó, en principio, que había pertenecido a un mono. Sin embargo, al año siguiente, y casi en el mismo sitio, descubrió un fémur cuyas características eran, prácticamente, las mismas que las de los fémures del hombre moderno, por lo que dedujo que su propietario había caminado, al igual que este último, en posición erecta. Dubois estaba convencido de que el cráneo y el fémur habían pertenecido a un mismo individuo, al que denominó *Pithecanthropus erectus*, pues él pensaba, entonces, que dicho individuo constituía una especie intermedia entre el hombre y el mono. Basándose en los pocos restos encontrados, lo describió como "...una especie de antropoide de transición...".
Cuando anunció el descubrimiento, Dubois se encontró con una fuerte oposición. Muchos antropólogos negaron que cráneo y fémur pertenecieran a un mismo tipo de animal. No podían aceptar que un animal con un cráneo de mono pudiera tener extremidades tan evolucionadas. El descubrimiento de los fósiles de los australopitecinos africanos, en 1924, demostró, no obstante, que, mucho antes de que el *Pithecanthropus* u "Hombre de Java" apareciese en escena, ya habían existido animales que caminaban de pie, aunque sus cerebros siguieran siendo reducidos como los de los monos. Posteriores descubrimientos en la región de Java han confirmado que en dicha isla existió, hace aproximadamente medio millón de años, un tipo de hombre primitivo. Asimismo, estos descubrimientos demostraron que, en esencia, la descripción de Dubois del *Pithecanthropus* era correcta.

EL "HOMBRE DE JAVA"

Los materiales descubiertos posteriormente en torno al *Pithecanthropus*, principalmente debidos al profesor von Koenigswald y colaboradores, no provienen todos de un mismo estrato y corresponden a más de una especie. Sin embargo, todos ellos son lo suficientemente similares como para calificarlos en un único género: *Pithecanthropus*. Basándonos en los restos encontrados podemos hacernos ahora una idea bastante clara de la vida que llevaban aquellos hombres primitivos.
El "Hombre de Java" era bajo de estatura, pues medía un metro y medio, aproximadamente. Caminaba, como el hombre actual, sobre dos piernas, lo que ha podido deducir-

Reconstrucción del "Hombre de Java" en su ambiente.



Fragmento de una mandíbula fósil de "Pithecanthropus". A partir de este tipo de restos se ha reconstruido el cráneo entero.

se del tamaño y estructura de sus extremidades. Sus arcos superciliares eran muy pronunciados, por lo que apenas tenía frente. A partir de posteriores reconstrucciones de su cráneo ha podido deducirse que el volumen medio del cerebro de un individuo adulto era de unos 1.000 cm³, considerablemente mayor que el de un mono pero mucho más pequeño que el de un hombre moderno (1.350 cm³). El tamaño del cerebro sugiere que el "Hombre de Java" no era muy inteligente, aunque nos haya dejado algunas herramientas de piedra muy primitivas. Por otra parte, no existe prueba alguna de que el "Hombre de Java" utilizara el fuego. Era cazador y se alimentaba, en gran parte, de antílopes y otros animales, cuyos huesos aparecen junto a los suyos en los mismos depósitos. Probablemente, se reunían pequeños grupos para ir en busca de comida. La presencia de tenues rebordes en la parte interna de su mandíbula inferior parece indicar, según idea de varios investigadores, que tenían la lengua dispuesta del mismo modo que el hombre moderno, por lo que podían moverla libremente. Este hecho, junto con la forma de su cerebro, sugiere que el "Hombre de Java" poseía, aunque muy primitiva, alguna forma de lenguaje. Sin embargo, no existen pruebas suficientes para afirmarlo.

En la época en que vivió el "Hombre de Java", parece haber existido, en aquella misma región, un tipo de hombre de tamaño gigantesco. Sólo es posible deducir su existencia de un fragmento de mandíbula y de unos cuantos dientes muy grandes. Aparte de su tamaño, estos restos se asemejan mucho a los del *Pithecanthropus*. Del gigante, que ha sido denominado *Meganthropus*, no se hallaron nuevos restos, por lo que no ha sido posible calcular su tamaño aproximado con cierto grado de exactitud.

EL "HOMBRE DE PEKÍN"

En 1927, mientras se encontraba supervisando unas excavaciones cerca de Pekín (cuevas de Choukoutien), el profesor Davidson Black descubrió un diente humano, y lo atribuyó a un tipo de hombre fósil al que denominó *Sinanthropus* ("Hombre de China"). Pronto aparecieron nuevos restos, principalmente cráneos, y unos cuantos huesos pertenecientes a extremidades, que demostraron que el "Hombre de Pekín" también caminaba erecto y presentaba características muy similares a las del "Hombre de Java". Hay una gran variación en el tamaño del cerebro, pues su volumen medio estaba justamente por encima de los 1.000 cm³, es decir, que era algo mayor que el del "Hombre de Java". El "Hombre de Pekín" construía también herramientas y utilizaba el fuego. En sus cuevas se han encontrado piedras trabajadas, junto con cenizas y huesos medio quemados.

El "Hombre de Pekín" vivió en una época algo posterior a la del "Hombre de Java", hace aproximadamente 300.000 años. Pero, por sus características similares, ambos han sido clasificados dentro de un mismo género: *Pithecanthropus*. El "Hombre de Pekín" se conoce ahora oficialmente como *Pithecanthropus pekinensis*.

RELACIONES DEL PITHECANTHROPUS

Aunque el *Pithecanthropus* muestra un gran número de características comunes con los monos, no hay duda de que debe considerárselo como a un tipo de hombre primitivo. Si no tenemos en cuenta una reciente comunicación, en la que se da noticia del descubrimiento de un hombre primitivo que vivía en Tanganyka hace unos dos millones de años, el "Hombre de Java" es aceptado, por el momento, como el hombre fósil más antiguo. ¿Qué se conoce acerca de sus ascendientes y de su posterior evolución?

Los fósiles de los australopitecinos encontrados en África, que incluyen al *Australopithecus* y al *Zinjanthropus*, parecen tener cerca de un millón de años. Sus cerebros eran un poco más grandes que los de los monos, pero tanto sus extremidades como sus actitudes fueron similares a las del hombre moderno. Sus cráneos eran parecidos a los de los monos, pero quizá tenían ciertos rasgos humanos y, aunque es difícil asegurarlo, estas criaturas parecen merecer el nombre de *hombres primitivos*.

¿Fueron los antecesores del *Pithecanthropus*? Es poco probable. La forma del cráneo, junto con otros rasgos, parecen indicar que el *Pithecanthropus* era más parecido al mono. Por otra parte, contamos con el factor tiempo. Los australopitecinos vivieron cerca de un millón de años antes que el "Hombre de Java", y es muy poco probable que las diferencias existentes entre ellos pudieran haberse desarrollado en un período relativamente corto. Es posible que los australopitecinos estén más cerca de la línea de la evolución humana, aunque, desde luego, situados en una ramificación lateral. Tanto los australopitecinos como el *Pithecanthropus* han tenido, probablemente, un antecesor común.

En Ternifine (Argelia) se han encontrado mandíbulas que muestran ciertas semejanzas con las del *Pithecanthropus*. Es probable que hombres de este tipo estuviesen muy extendidos por la Tierra hace unos 400.000 años. Una gran mandíbula descubierta en Alemania ha sido atribuida al "Hombre de Heidelberg". Muestra algunas características similares a los fósiles de Argelia, pero su apariencia es más moderna. Los fragmentos de cráneo hallados en Swanscombe (Inglaterra) y en Steinheim (Alemania) son de la misma antigüedad (300.000 años). Ambos son muy parecidos al del hombre moderno (*Homo sapiens*), pero el de Steinheim tiene arcos superciliares semejantes a los del *Pithecanthropus*. Parece como si el tipo *Pithecanthropus* hubiese evolucionado gradualmente hasta el hombre moderno del Viejo Mundo. Las pruebas disponibles, sin embargo, no son suficientes para demostrar estas teorías, por lo que será necesario esperar a que se descubran nuevos fósiles, que quizá puedan arrojar alguna luz para solucionar este problema.

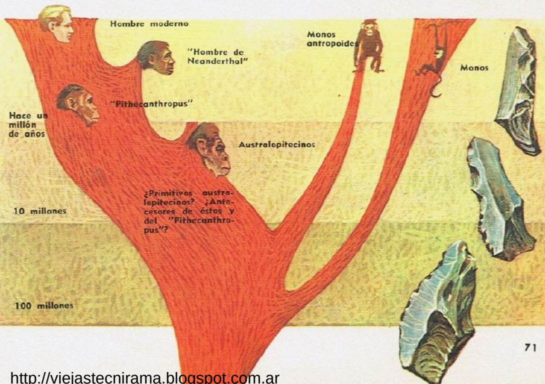


Reconstrucción del "Pithecanthropus", debida al Dr. F. Weidenreich



Cráneo del "Pithecanthropus" comparado con el del hombre moderno (derecha). Sus rasgos más característicos: los acusados arcos superciliares, la falta de frente y las mandíbulas salientes.

Posibles relaciones del "Pithecanthropus" con otros antecesores del hombre moderno. (Derecha) Instrumentos de piedra encontrados junto a los restos del "Hombre de Java".



REACTIVOS DE GRIGNARD

Es difícil precisar los límites entre la química orgánica y la inorgánica, pues se presentan casos en los que ambas ramas se entrelazan. La química de las sustancias que intervienen en los procesos vitales y la química estrictamente mineral tienen muchos puntos en común. En 1828, Friedrich Wöhler obtuvo la urea (compuesto orgánico típico, excretado por los animales) a partir de cianato amónico, un compuesto inorgánico.

En la actualidad, las dos ramas de la química se han acercado más con el desarrollo de los compuestos denominados *organometálicos*. En estos compuestos, un átomo metálico está unido directamente a un átomo de carbono de la molécula orgánica.

Uno de los grupos de compuestos organometálicos, de particular interés y de mucha importancia, es el de aquellos en los que interviene el magnesio. Esta serie de compuestos, denominados *magnesianos*, fue descubierta por François Auguste Victor Grignard, químico francés, en 1900, y es el punto de partida en la síntesis de una gran variedad de compuestos orgánicos.

Corrientemente, no resulta fácil sintetizar en una sola etapa una molécula complicada a partir de otras más sencillas, sino que, en general, se necesitan varias. Los *reactivos de Grignard*, o magnesianos, son componentes fundamentales en estos procesos y presentan una gran ventaja sobre muchas otras sustancias intermedias utilizadas en síntesis; dicha ventaja consiste en que no es necesario aislar el reactivo antes de proceder a la etapa siguiente, sino que suele utilizarse "in situ".

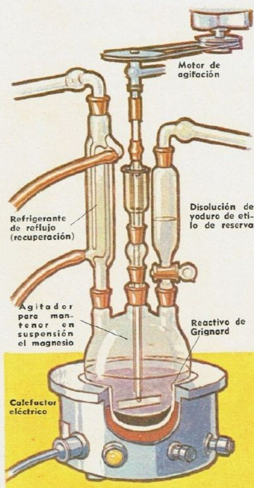
OBTENCIÓN DEL REACTIVO

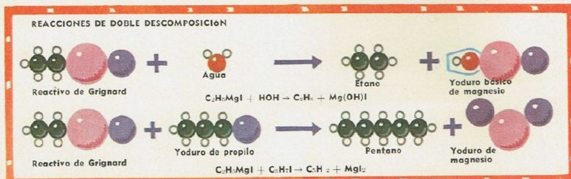
Los reactivos de Grignard se forman al combinarse un átomo de magnesio con un haluro de alquilo (IC_2H_5, yoduro de etilo, por ejemplo). Estos reactivos se descomponen rápidamente con el agua. Por ello se preparan en éter anhidro. Es muy importante que los demás reactivos, así como el matraz de reacción, estén perfectamente *secos*.

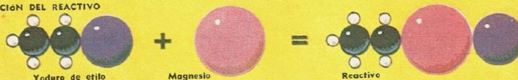
El compuesto orgánico halogenado (haluro de alquilo) se disuelve en éter seco, y a esta disolución se añaden trozos de cinta de magnesio. Posteriormente, se calienta la mezcla durante cierto tiempo. El matraz de reacción lleva ajustado un refrigerante de *reflujo* (recuperación), donde se condensa el vapor del disolvente, para volver de nuevo al matraz.

En un reactivo de Grignard, el átomo de magnesio se encuentra entre el radical del hidrocarburo y el halógeno. En reacciones posteriores, este grupo de haluro de magnesio es remplazado por un radical alquilo o por otro grupo de átomos. Existen dos tipos diferentes de reacción, en los que se forman nuevos compuestos a partir de un reactivo de Grignard. Uno de ellos es una reacción de doble descomposición con otro compuesto. El grupo formado por el halógeno y el magnesio intercambia su colocación con otro, y se forma el nuevo compuesto. El otro tipo de reacción es de adición. Un grupo puede venir a sumarse al reactivo de Grignard. En una etapa posterior, este compuesto de adición se divide como consecuencia de la acción de un ácido diluido.

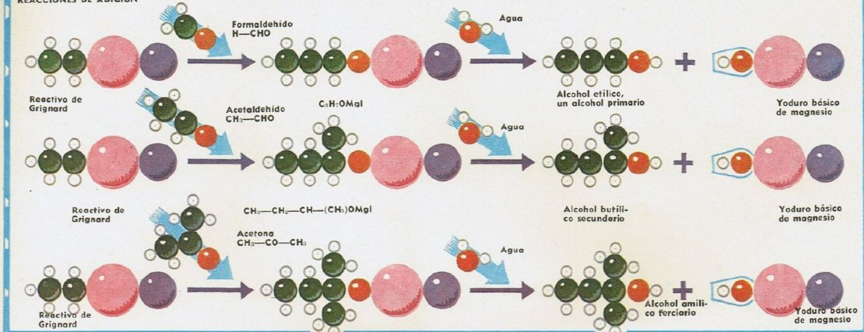
Los reactivos de Grignard son muy útiles en la preparación de muestras puras de moléculas complicadas, en particular aquellas que se obtienen difícilmente por otros medios. Estos compuestos también son muy útiles para aumentar en un eslabón más la cadena de átomos de carbono del radical alquilo, con lo que dichos reactivos pueden emplearse en la síntesis de series homólogas. Asimismo, puede hacerse otro tanto introduciendo un grupo nitrilo en la molécula, aunque resulta mucho más laborioso.







La preparación de un reactivo de Grignard se lleva a cabo en un matraz de tres bocas (izquierda), a partir de trozos de cinta de magnesio y de una disolución de yoduro de etilo en éter anhidro.



REACCIONES DE DOBLE DESCOMPOSICIÓN

Las parafinas y las aminas primarias pueden obtenerse directamente a partir del reactivo de Grignard correspondiente, mediante reacciones de doble descomposición. Si añadimos agua a un reactivo de Grignard, el ion hidrógeno procedente del agua remplaza al grupo MgX (X es el halógeno correspondiente) para formar el hidrocarburo, que contiene el mismo número de átomos de carbono que el radical alquilo original.

Para formar una cadena de mayor longitud basta hacer actuar, sobre el reactivo de Grignard original, otro haluro de alquilo cuyo radical contenga tantos átomos de carbono como eslabones se quiere aumentar. El grupo alquilo desplaza aquí al grupo MgX del reactivo de Grignard.

REACCIONES DE ADICIÓN

Mediante reacciones de adición con reactivos de Grignard, seguidas de hidrólisis, es posible obtener una gran variedad de sustancias, tales como alcoholes primarios, secundarios y terciarios, aldehídos, cetonas y ácidos grasos.

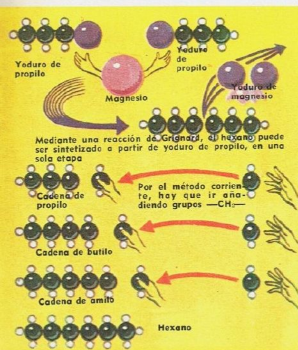
Los alcoholes pueden obtenerse mediante la adición de un magnesiano (reactivo) a un compuesto que contenga un grupo carbonilo ($—C = O$). Si se utiliza formaldehído (H_2CO), se obtiene un alcohol primario. Los acetaldehídos (con excepción del formaldehído) permiten la obtención de alcoholes secundarios, y las cetonas, de alcoholes terciarios.

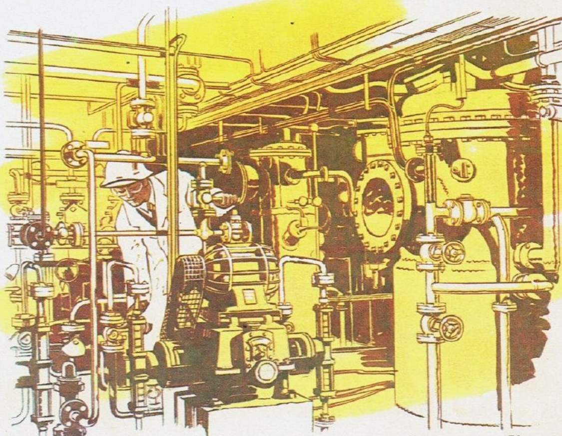
Casi todas estas reacciones de adición proporcionan, como compuestos intermedios, un compuesto que contiene el grupo —OMgI unido a un átomo de carbono. Este grupo se elimina posteriormente como yoduro básico de magnesio, I(OH)Mg, al tratar el compuesto con un ácido diluido. El agua que diluye el ácido interviene, entonces, en una reacción de doble descomposición con el compuesto intermedio. Éste se hidroliza y los iones oxhidrilo del agua se unen al resto IMg—, mientras que los iones hidrógeno pasan a la cadena orgánica.

Los reactivos de Grignard evitan una gran cantidad de trabajo de síntesis, al reducir el número de etapas que, de otro modo, serían necesarias.

Son particularmente valiosos en la síntesis de alcoholes secundarios y terciarios, y de algunas cetonas que no pueden obtenerse a partir de fuentes naturales.

La reacción de Grignard es de gran importancia industrial en la síntesis de clorosilanos, productos intermedios que se utilizan en la obtención de siliconas. En la figura pueden verse los aparatos en los que se preparan estos compuestos.





CONTAMINACIÓN DE AGUAS

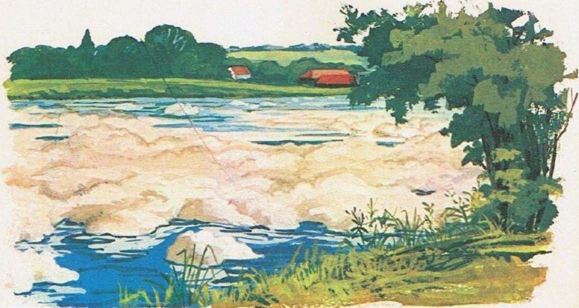
El agua se encuentra en acción permanente mediante un ciclo de gigantescas proporciones. Se evapora del mar para producir nubes, las cuales vuelven a descargarla sobre la tierra en forma de lluvia. Esta agua es aprovechada por las plantas, y almacenada en depósitos por el hombre. Sin embargo, la mayor parte es recogida por los ríos, que la vierten nuevamente en el mar.
Los ríos desempeñaron siempre una importante función en la vida del hombre. En ocasiones, constituyeron un obstáculo para su desplazamiento, pero, con más frecuencia, han servido para su provecho, ya sea como fuente de agua, de alimentos (peces) o como económico medio de trasporte. La utilización de los ríos como vertedero de basuras y productos de desecho es más reciente (desde hace unos 150 años), pero esta práctica se ha extendido rápidamente. En la actualidad, tanto las aguas residuales de procedencia doméstica como los productos industriales de desecho se vierten en los ríos. Esta continua contaminación de los ríos con grandes cantidades de productos residuales se convirtió en factor opuesto a los intereses del hombre. Es fácil observar si un río lleva un exceso de productos de desecho. El color del agua se oscurece, aparecen olores desagradables, aumenta la proporción de bacterias y flota gran número de peces muertos. La situación se agrava con el calor, pues la cantidad de agua procedente de la lluvia disminuye, con lo que aumenta la proporción de materiales de contaminación. Entonces, la salud pública está en peligro, porque el agua no es potable ni reúne las condiciones adecuadas para el riego de los campos; por otra parte, la fauna fluvial puede perecer en tales ríos.
En la mayoría de los países existen institutos que averiguan el porcentaje de contaminación en las aguas de los ríos y regulan los márgenes lícitos de residuos que se pueden arrojar a ellos. A estos institutos corresponde la misión de tomar muestras del agua de los ríos para comprobar su estado, y cuentan con el apoyo de los respectivos gobiernos para imponer sanciones a todas aquellas entidades, generalmente industrias, que infringen las normas establecidas.

TIPOS DE MATERIALES DE CONTAMINACIÓN

Las investigaciones de estos institutos siguen, en general, dos líneas bien definidas. Por una parte, determinan los agentes causantes de la contaminación, así como la proporción en que éstos llegan a ser peligrosos. Por otra, los posibles remedios contra tales sustancias dañinas, para neutralizarlas.
Existen dos tipos de agentes de contaminación. Por un lado está el grupo de las aguas residuales y otros desechos domésticos, constituidos principalmente por materia orgánica. Por otro, todas aquellas sustancias de naturaleza generalmente inorgánica, que son vertidas a los ríos por las industrias.
Casi todas las ciudades vierten sus aguas residuales en el río más cercano. Sólo las poblaciones costeras pueden echarlas directamente en el mar. Por lo general, las propias aguas residuales son inocuas y no ponen directamente en peligro la vida de plantas y animales. Sin embargo, la materia orgánica que llevan en suspensión continúa su descomposición en el seno del río. Este proceso consume oxígeno, con lo que la cantidad de este gas disuelto en el agua disminuye hasta alcanzar proporciones que pueden resultar fatales para los peces y otros organismos que viven en el seno del agua, los que mueren por asfixia. Además, de la

DETERGENTES MODERNOS

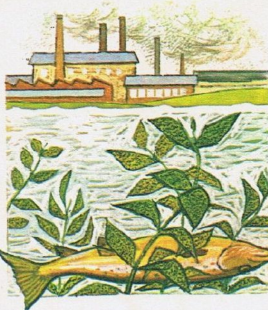
Los detergentes sintéticos encuentran en la actualidad distintas aplicaciones, tanto domésticas como industriales. Durante el año 1963, las amas de casa utilizaron 150.000 toneladas de detergentes. Desde el punto de vista sanitario, estas sustancias han creado un grave problema, pues, al tener una gran estabilidad química y no ser atacadas ni descompuestas por acción bacteriana, la espuma formada impide el tratamiento de aguas residuales y, lo que es más importante, dificulta la absorción de oxígeno atmosférico por parte del agua.
En la actualidad, este problema, al menos desde el punto de vista químico, está resuelto. El ingrediente más importante de los detergentes es el "agente tensoactivo", sustancia química que disminuye la tensión superficial del agua, facilitando la formación de espuma. Desgraciadamente, el agente más utilizado, el ácido tetrapropilén-benceno-sulfónico, tiene una estructura muy estable y no se descompone por acción bacteriana. Hoy existen ya sustitutos de la misma actividad, con la ventaja adicional de que pueden ser descompuestos por las bacterias. Es probable que en un futuro cercano se dicten leyes que dispongan el uso de detergentes que contengan este último tipo de sustancias.



descomposición se desprenden gases como el ácido sulfhídrico, que es dañino.

El segundo grupo de agentes contaminantes comprende el conjunto de productos inorgánicos vertidos a los ríos por las empresas industriales de distinto tipo, como fábricas de gas de alumbrado, de productos químicos, colorantes, fundiciones de hierro y acero, de productos alimenticios, papel, refinerías, etc. Tales sustancias producen un efecto inmediato. Las partículas sólidas —como, por ejemplo, el hollín— recubren las plantas del fondo de los ríos, asfixiándolas. Del mismo modo actúan sobre el aparato respiratorio de los peces. Ciertos compuestos químicos (sales de plomo, cinc, cobre y amonio) destruyen la vida, alterando la bioquímica de los organismos. Los detergentes sintéticos, por ejemplo, retardan la velocidad de absorción de oxígeno atmosférico por el agua.

Una reducida concentración de oxígeno, junto con la existencia de alguna sustancia tóxica, es una circunstancia que reviste caracteres particularmente perniciosos, pues la falta de oxígeno incrementa la potencia del veneno. En algunas zonas industriales, la contaminación por sustancias químicas extermina, prácticamente, el 100 % de los organismos vivientes, a pesar de que el contenido de oxígeno en el agua sea relativamente elevado.



Los materiales sólidos evacuados por las empresas industriales llegan a recubrir los lechos de los ríos. Algunas de las sustancias químicas, al ser disueltas, pueden resultar nocivas.

REMEDIOS Y PRECAUCIONES

En la mayor parte de los casos, las soluciones al problema de una excesiva contaminación del agua son obvias. Las aguas residuales deberán ser tratadas antes de arrojarlas a los ríos, de manera que el proceso de descomposición no tenga lugar en ellas. Entonces, el contenido de oxígeno de los ríos no disminuirá apreciablemente.

Para purificar las aguas residuales deberán separarse de su seno los materiales en suspensión, depositándolos en lechos de sedimentación. El líquido debe pasar después a unos depósitos especiales, para que los residuos que aún persisten sufran una total descomposición bacteriana. Las aguas sobrantes han de ser inocuas y, antes de verterlas en los ríos, se eliminarán de ellas las partículas sólidas.

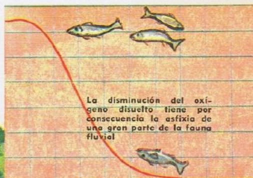
Es necesario estudiar detalladamente los efectos de las distintas concentraciones de sustancias químicas, orgánicas e inorgánicas, sobre la vida de los organismos que se desarrollan en los ríos. Mediante cuidadosos experimentos, bien planeados y efectuados con la mayor precisión, se determinan las sustancias que pueden resultar nocivas. No sólo interesa investigar los venenos de acción inmediata por su proporción relativamente grande, sino aquellos que, encontrándose en pequeñas cantidades, son perniciosos a largo plazo.

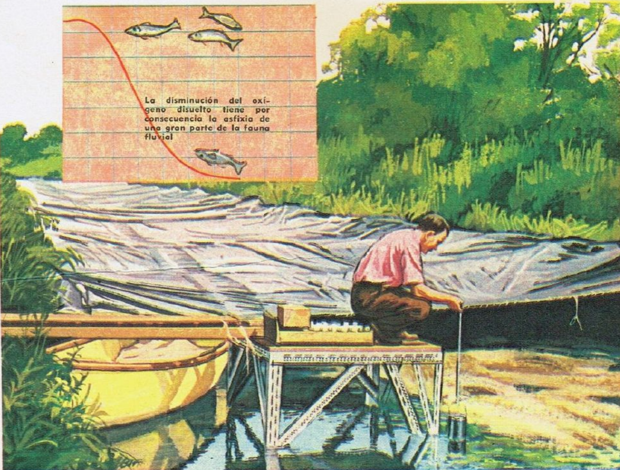
La temperatura, el contenido de oxígeno y la acidez de las propias aguas del río también influyen en la toxicidad de las distintas sustancias. Estos factores varían con la ubicación del río y con la estación del año.

Tanto si los productos industriales de desecho se arrojan directamente en los ríos, como si se hace a través de cauces de aguas residuales, han de sufrir un tratamiento previo. Las sustancias nocivas deben ser eliminadas hasta que sólo quede de ellas una cantidad inferior a la estimada como peligrosa. Las distintas técnicas de separación varían según la sustancia de que se trate. Las sales solubles de plomo, cinc, cobre y cromo pueden precipitarse mediante adición de los reactivos químicos apropiados; los ácidos se neutralizan con cal; los sólidos, como el hollín, pueden separarse mediante aditivos especiales; las grasas y aceites, por medios mecánicos, etc. En algunos casos, es necesaria la construcción de tanques especiales para efectuar estas operaciones.

Ciertas fuentes de contaminación son, en muchos casos, completamente accidentales. Los pesticidas, fungicidas e insecticidas utilizados actualmente en grandes proporciones, y con frecuencia sin discriminar, llegan, en muchas ocasiones, a los ríos, donde siguen ejerciendo su acción letal. Este es uno de los motivos por los que debe exigirse un mayor rigor en la utilización de estas sustancias en los campos.

Los gobiernos de todos los países, a través de sus entidades delegadas, han de estar siempre alerta ante los peligros que pueden derivarse de la contaminación de las aguas de sus ríos, y tomar las medidas necesarias para evitar sus perniciosos efectos, sobre todo teniendo en cuenta que, a medida que la civilización progresa y la industria se desarrolla, la cantidad de productos de desecho que se vierten a los ríos se incrementa proporcionalmente.

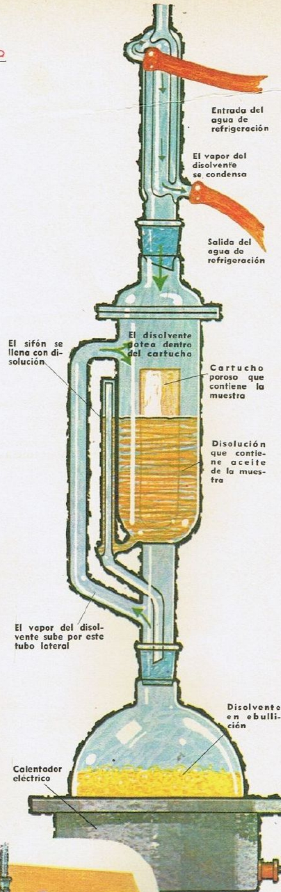




El contenido en oxígeno de los ríos es importantísimo. En el experimento que se muestra en el grabado se está averiguando la importancia relativa de ciertos factores, como la respiración de animales y plantas, y la oxidación de la materia en descomposición. El efecto del oxígeno producido por la fotosíntesis de las plantas se elimina, en estas experiencias, cubriendo un tramo del río con lonas de plástico negras.

Escenas como ésta no se verán en un futuro próximo. En la actualidad se pueden obtener nuevos detergentes, que se descomponen por acción bacteriana.

EL APARATO DE SOXHLET



Los aceites vegetales pueden extraerse de distintas fuentes, tales como el maní (cacahuete) o el coco, haciendo circular éter de petróleo sobre las semillas debidamente machacadas. Si el éter de petróleo está a temperatura ambiente, se extrae sólo una pequeña parte del total, mientras que, si se calienta demasiado, las moléculas de aceite pueden oxidarse, inutilizándose para la mayoría de sus aplicaciones. La temperatura del proceso de extracción deberá estar, pues, cuidadosamente controlada.

Antes de que un lote de semillas sea aceptado como fuente de aceite vegetal, las muestras deberán ser sometidas a una serie de rigurosos ensayos. La proporción de aceite en la semilla se mide corrientemente utilizando un *aparato de extracción Soxhlet.* Este aparato se usa también en la determinación del contenido de grasa de los embutidos. Dado que la temperatura máxima que experimenta la muestra es la de ebullición del disolvente, la composición química del aceite no se altera. De este modo, es posible obtener la máxima cantidad de aceite sin que éste resulte deteriorado.

El aparato de Soxhlet consta de tres unidades adaptables entre sí; un matraz de fondo redondo, donde hierve el disolvente; el propio extractor, que se ajusta al cuello del matraz, y, por último, el refrigerante, que está situado encima del extractor. En la moderna versión del aparato, los tres componentes van unidos entre sí mediante juntas de vidrio esmerilado, que constituyen un cierre perfecto, sin que por ellas escape el vapor del disolvente.

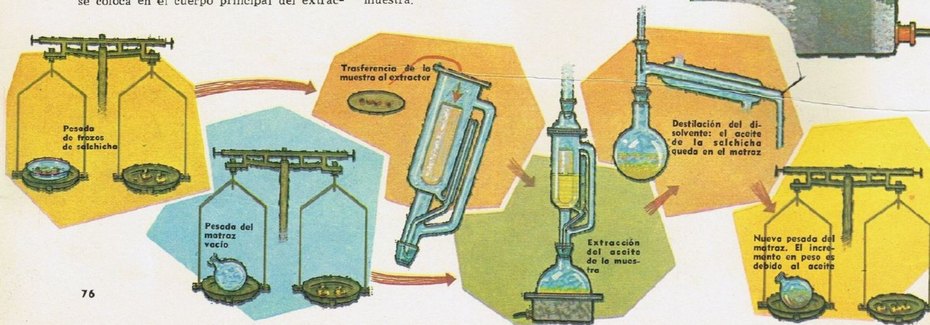
El disolvente se introduce en el matraz, y la muestra, situada en un cartucho poroso, se coloca en el cuerpo principal del extractor. El matraz se calienta, generalmente, mediante una manta de calefacción eléctrica. El vapor que se desprende del matraz sube hacia el extractor por un tubo lateral, y la mayor parte sigue su trayectoria hacia el refrigerante. Allí se condensa y gotea sobre la muestra, que se encuentra en el cuerpo del extractor.

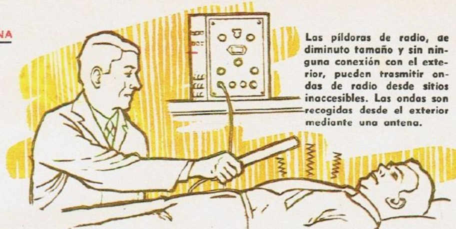
Al principio, no hay mucho líquido alrededor de la muestra y ésta va calentándose poco a poco con los vapores del disolvente, lo que contribuye a que las partículas sólidas se suelten. El extractor va llenándose gradualmente y, a medida que su nivel va subiendo, una mayor cantidad de aceite se disuelve en él.

Al cabo de cierto tiempo, el nivel del líquido alcanza la parte superior del sifón. Tan pronto como el tubo del sifón se llena de disolución, todo el líquido del extractor vuelve al matraz inferior.

Como el líquido continúa hirviendo en el matraz, se producirá sólo una pequeña interrupción en el flujo de vapor que va al extractor y al refrigerante. Lo que se condensa en este último es disolvente puro o casi puro, dado que el aceite extraído tiene un punto de ebullición mucho más alto. Por tanto, en cada ciclo se obtiene la cantidad máxima de aceite que es posible extraer.

Cuando se ha extraído todo el aceite, la disolución se reúne en el matraz, y se separa el disolvente mediante una cuidadosa evaporación. El aceite queda en aquél y la cantidad obtenida puede determinarse por pesada, si conocemos el peso del matraz vacío. La proporción de aceite en la muestra se calcula, entonces, comparando el peso de aceite recuperado con el peso total de la muestra.





Las píldoras de radio, de diminuto tamaño y sin ninguna conexión con el exterior, pueden trasmitir ondas de radio desde sitios inaccesibles. Las ondas son recogidas desde el exterior mediante una antena.

LA PÍLDORA RADIOEMISORA

¿Qué sucede realmente dentro del cuerpo? ¿Cuál es la temperatura y cuál la presión en sus distintas partes? ¿Qué actividad enzimática tiene lugar en un momento determinado? Todas estas preguntas pueden encontrar actualmente respuesta gracias a la *endo - radiosonda* o, más simplemente, la *"píldora" radioemisora.* Aunque todavía se encuentran en etapa de desarrollo, es muy probable que estos diminutos aparatos desempeñen un importante papel en el campo de la medicina.

La píldora radioemisora es, realmente, una pequeña estación trasmisora encerrada en una cápsula de plástico. Puede reducirse a un tamaño menor de 2 cm^3. Debido a ello, es fácil introducirla en las cavidades del cuerpo. Puede, incluso, ser tragada sin causar ningún daño y pasar, a través del esófago, hasta el estómago, trasmitiendo en todo momento la información requerida. Las ondas de radio son trasmitidas por un oscilador a transistores, que recibe su energía de una diminuta batería, todo ello incorporado en la píldora. La frecuencia de las ondas emitidas suele estar comprendida entre 300 y 600 kilociclos por segundo. Tales frecuencias son las apropiadas para trasmitir a través de los tejidos que constituyen el cuerpo humano y no interfieren localmente con comunicaciones normales de radio.

Cada píldora emisora se construye para trasmitir información acerca de una sola variable física; por ejemplo, la temperatura. La píldora lleva incorporado un dispositivo que altera la frecuencia de las ondas de radio emitidas cuando se produce un cambio de temperatura en el medio en el que se encuentra, dispositivo conocido con el nombre de *transductor*. La píldora deberá calibrarse antes de ser utilizada. Para ello, se miden las frecuencias que emite al someter al transductor a las temperaturas extremas que se hayan previsto. Las frecuencias que se trasmitan desde dentro del cuerpo humano podrán, entonces, relacionarse fácilmente con la temperatura que queremos medir.

El diseño del transductor depende del tipo de medida que deseamos realizar. Las píldoras radioemisoras para medida de temperaturas suelen llevar un anillo de alambre enrollado sobre una barra de acero y níquel. Las propiedades magnéticas del alambre varían considerablemente con la temperatura. Estos cambios alteran, asimismo, la frecuencia de las ondas de radio emitidas. Cuando estas ondas son recibidas por un aparato receptor adecuado, es posible detectar cambios de temperatura del orden de la décima de grado centígrado.

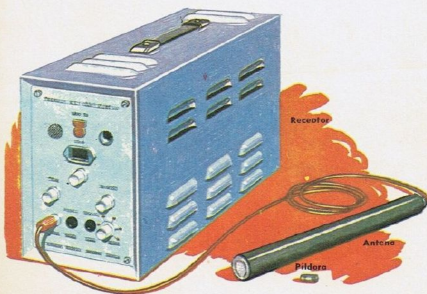
Las píldoras para medir presiones tienen un diafragma movible de plástico, adaptado a su envoltura. Los cambios de presión mueven el diafragma, que, a su vez, mueve una pestaña metálica en el interior de la píldora. Esta pestaña metálica actúa como sincronizador del transductor, y cualquier movimiento suyo modifica la frecuencia de las ondas de radio emitidas.

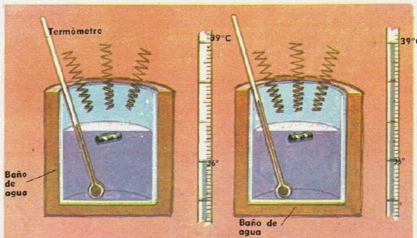
Para que la información obtenida sea de algún valor, hemos de conocer exactamente la posición de la píldora en el interior del cuerpo. Sus movimientos dentro del intestino, por ejemplo, son verdaderamente complicados.

Los rayos X podrían constituir un valioso medio para detectar la posición de la píldora, pero el peligro de una exposición excesiva hace poco aconsejable su utilización en este sentido. El problema puede resolverse utilizando las propias ondas de radio emitidas, pues, aunque cambie su frecuencia, su amplitud permanece inalterada. Los receptores descubren y siguen el movimiento de la píldora guiándose por la intensidad de las ondas recibidas.

Cuando las píldoras emisoras se perfeccionen, podrán encontrar otras aplicaciones de importancia, fuera del campo de la medicina. En la industria se plantean, con frecuencia, problemas de mediciones que no pueden resolverse siguiendo los métodos usuales, pero se solucionarían haciendo uso de píldoras emisoras. En la industria de alimentos envasados, por ejemplo, la temperatura de esterilización, en el interior de los tarros o envases de conserva, se mediría fácilmente introduciendo una píldora radioemisora en uno de ellos.

Aparato receptor completo con antena móvil. La píldora trasmisora tiene, como puede verse, un tamaño muy reducido. Las variaciones en las condiciones físicas del medio excitan cambios en la frecuencia de trasmisión.





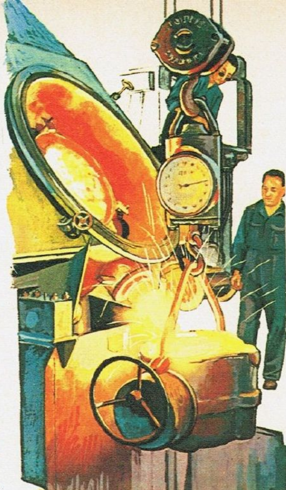
La píldora emisora deberá calibrarse antes de ser utilizada. Para calibrarla en el intervalo comprendido entre 36 y 39°C, se miden las frecuencias emitidas a estas temperaturas extremas. Las frecuencias que se emitan posteriormente, comprendidas en este intervalo, estarán directamente relacionadas con la temperatura.

ALTO VACÍO

La producción de alto vacío es una técnica muy importante en la actualidad, y se utiliza ampliamente en el laboratorio y en la industria. Por ejemplo, un moderno aparato de televisión cuenta con gran número de componentes en los que reina un alto vacío, como son el tubo de rayos catódicos y todas sus válvulas. Estos elementos no podrían fabricarse a precio razonable y con cierta garantía si no se dispusiera de técnicas de alto vacío a escala industrial. Los trabajos modernos de investigación científica, tales como el estudio del comportamiento de partículas atómicas y subatómicas, exigen aparatos gigantescos, como los aceleradores lineales y los ciclotrones, en los que es condición primordial que reine un elevado vacío. En estos aparatos, las partículas cargadas son aceleradas a enormes velocidades, y resulta esencial el mantenimiento de un alto vacío, pues, de otra forma, las partículas aceleradas perderían su velocidad al chocar repetidamente con las moléculas de aire.

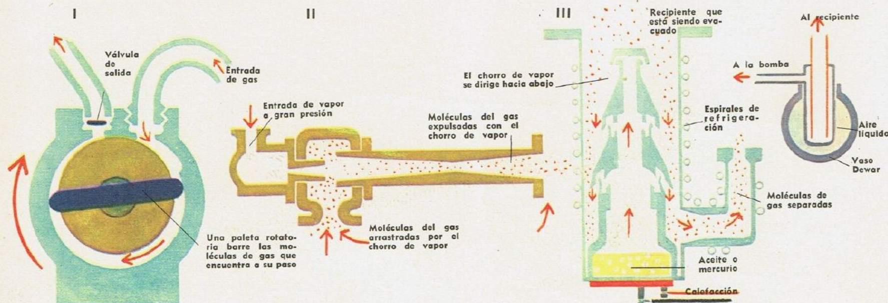
La presión de un gas se mide en milímetros de mercurio, y la presión atmosférica ordinaria es de 760 mm. Hg., aproximadamente. Utilizando las modernas técnicas de alto vacío es posible obtener, en la actualidad, presiones del orden de 0,0000000001 mm. Hg. Para alcanzar vacíos tan elevados es necesario efectuar una serie de etapas. En la primera se utiliza una bomba de vacío de tipo corriente. Con ella es posible lograr 0,001 mm. Hg. Hay dos clases de estas bombas de vacío: la de aceite, que es mecánica y en la que el aire va siendo extraído mediante un cilindro excéntrico rotativo, y las trampas de vacío, en las que un chorro de vapor u otro fluido arrastra las moléculas del gas. Las bombas de émbolo cubren, aproximadamente, el mismo intervalo, pero se utilizan cuando se requiere una gran velocidad de bombeo. Pueden ser mecánicas o de eyección; esta última es similar a la de vapor, pero, en lugar de éste, utiliza un chorro de aceite. Estas bombas no suelen operar a presión atmosférica, sino que, generalmente, se emplean después de haber obtenido, mediante una bomba rotatoria, un vacío previo del orden de 1 mm. Hg.

Para alcanzar presiones más pequeñas, por ejemplo, del orden de 0,000001 mm. Hg., se utilizan las *bombas de difusión de vapor* (de mercurio o de aceite). En la bomba de difusión de mercurio se utiliza un chorro de vapor de mercurio para atrapar las moléculas gaseosas existentes en el recipiente y llevarlas a una salida, donde son absorbidas por una bomba rotatoria ordinaria. En el recipiente se hace un vacío previo, a través de la bomba de difusión, hasta alcanzar una presión menor de 1 mm. Hg. Entonces, se calienta el mercurio hasta hacerlo hervir. La corriente de vapor de mercurio, de gran velocidad, atrapa las moléculas del gas y las arrastra en la dirección de su movimiento. En el descenso, el mercurio se condensa por enfriamiento y pasa otra vez al bulbo de destilación, para iniciar un nuevo ciclo. Es muy importante impedir que el vapor de mercurio pase al recipiente donde estamos haciendo vacío, lo que puede conseguirse intercalando entre la

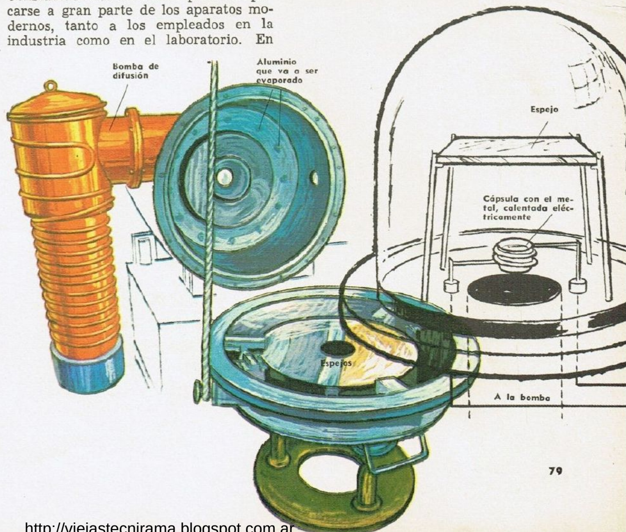


La desgasificación por vacío se utiliza en los procesos metalúrgicos para separar del metal fundido los gases que lo contaminan. En la figura se muestra cómo, para este objeto, se usa un horno de inducción junto con una bomba de vacío.

Diferentes tipos de bomba de vacío: (1) bomba rotatoria; (2) bomba de eyección; (3) bomba de difusión de vapor, de alto vacío. (Derecha) Trampa de frío utilizada en las bombas de vapor de mercurio.



bomba de difusión y el recipiente de vacío una trampa de frío, que contenga una sustancia refrigerante como la mezcla de CO_2 sólido y acetona o éter o aire líquido, cuyo efecto es el de condensar el vapor de mercurio.
Los vacíos más elevados se consiguen utilizando *atrapadores*. En este proceso se separan las últimas moléculas del gas que permanecen en el recipiente, reduciéndose la presión hasta un valor menor de 0,0000000001 mm. Hg. Esto se consigue utilizando metales químicamente activos, como el bario y el magnesio (atrapadores), los cuales se calientan y se ponen al rojo, para absorber los gases mediante una reacción química. Todas las válvulas contienen atrapadores.
Una vez que se ha evacuado el recipiente y alcanzado el grado de vacío requerido, se detectan las posibles fugas de aquél, lo que puede efectuarse de distintas maneras. Cuando sea posible, las diferentes partes del sistema deberán aislarse después de la operación, y medirlas separadamente durante un intervalo razonable, para poder determinar la cantidad de aire que entra. Uno de los aparatos más sencillos de comprobación de vacío es la *bobina Tesla;* se trata, simplemente, de un carrete de inducción, que hace que sobre una punta metálica incida una serie de impulsos de alta tensión. Al aplicar esta punta metálica a las zonas del recipiente donde existe una fuga, se produce una descarga con el aire de color violeta; incluso se pueden descubrir los poros, pues la chispa de descarga se introduce por ellos.
Además de estos detectores, hay varios aparatos para medir el vacío. Quizá, el más conocido de todos ellos sea el *vacuómetro Mc Leod*, en el que la presión se mide a partir de la mayor o menor compresión que experimenta un determinado volumen de gas al aplicar la presión que queremos medir. Con este aparato se pueden medir presiones del orden de 0,00001 mm. Hg. con gran exactitud, y se utiliza para calibrar otros.
Los vacuómetros denominados *Pirani* se basan en el hecho de que la conductividad térmica de un gas depende del número de moléculas gaseosas presentes, esto es, de su presión. Un filamento calentado eléctricamente se introduce en el seno del gas, y la resistencia eléctrica del filamento se mide utilizando un puente de Wheatstone. La resistencia eléctrica depende de la temperatura del filamento, y ésta, a su vez, de la conductividad térmica del gas, con lo que a cada resistencia corresponde un valor de la presión. Este tipo de aparatos se utiliza en el intervalo comprendido entre 1 y 0,0001 mm. Hg., y, en combinación con un Mc Leod, puede alcanzar 0,0000001 mm. Hg.
Para vacíos más elevados se utilizan los *vacuómetros de ionización*. Los electrones fluyen del cátodo al ánodo, ionizando las moléculas de gas que encuentran a su paso, con lo que se producen nuevos electrones. El número de ionizaciones producidas y, por tanto, el de nuevos electrones dependen del número de moléculas de gas presentes. Así, pues, la medida de la corriente nos proporciona una indicación de la presión del gas. De este modo se han podido medir presiones muy bajas, del orden de 0,0000000001 mm. Hg.
En los laboratorios de investigación, las técnicas para producir el vacío se han desarrollado poco a poco, con el paso del tiempo. Los trabajos de J. J. Thomson, que condujeron al descubrimiento del electrón, dependieron en gran medida de la utilización de las técnicas de vacío. Gracias a ello, Thomson pudo estudiar las descargas eléctricas en gases enrarecidos. El control de la presión gaseosa es un factor importante en esta rama de la física; al reducirla, se incrementa el recorrido libre medio de las moléculas, lo que significa, por ejemplo, que un electrón acelerado por una diferencia de potencial recorre, entre choque y choque, un camino mayor, con lo que su energía aumenta. La presión gaseosa es muy importante para averiguar el proceso que tiene lugar.
Consideraciones similares pueden aplicarse a gran parte de los aparatos modernos, tanto a los empleados en la industria como en el laboratorio. En las grandes máquinas aceleradoras de partículas atómicas reinan vacíos muy elevados, de forma que los recorridos libres medios, entre choque y choque, son muy grandes. Lo mismo sucede en los tubos de rayos catódicos utilizados en los aparatos de televisión. De no ser así, las moléculas que existieran en su interior se ionizarían, con lo que al cátodo fluiría una avalancha de iones positivos que lo inutilizaría.
Industrialmente, se fabrican de una vez hasta 12 tubos de rayos catódicos, en los cuales se hace el vacío utilizando una bomba rotatoria, y se los comprueba mediante una bobina Tesla. Después se les aplica la bomba de difusión de mercurio y se meten en un horno, para separar los gases que hayan quedado sobre los electrodos. Terminado el proceso, la presión del gas, en los tubos, no debe exceder de 0,000005 mm. Hg.
Otra importante aplicación de la técnica de alto vacío, utilizada en el laboratorio y en la industria, es la técnica de *evaporación a vacío*, que se emplea para formar finas películas metálicas sobre superficies planas. De este modo se preparan, por ejemplo, los espejos utilizados en óptica. La superficie a recubrir se suspende por encima de un crisol calentable, del que se han de desprender los vapores metálicos. Todo ello ha de ir encerrado en un recipiente en el que reine un vacío elevado, para que las moléculas de vapor puedan moverse en línea recta. Si la operación se controla cuidadosamente, pueden conseguirse capas muy finas y uniformes.



(Izquierda) Depósito de una capa de aluminio sobre una superficie de vidrio, en una cámara de vacío. (Derecha) Típica unidad de evaporación, de laboratorio. En ambos se utiliza una bomba de difusión de vapor.

CARNOT Y SU CICLO



Sadi Carnot (1796 - 1832) investigó sobre el rendimiento de los procesos cíclicos.

En 1824, un joven ingeniero francés publicó un trabajo del que, posteriormente, se dijo que "era uno de los más grandes acontecimientos que se habían realizado en la ciencia". El ingeniero francés se llamaba Nicholas Léonard Sadi Carnot, y el tema de la publicación era la conversión de energía calorífica en energía mecánica. Carnot había diseñado una *máquina térmica*, idealizada, que resultaba útil para demostrar cómo este tipo de máquina habría de operar para obtener un rendimiento máximo. Aquella máquina era un precedente del motor diésel. Lo importante en la máquina de Carnot era que operaba en un *ciclo reversible*. Un gas, denominado *sustancia de trabajo*, absorbe calor y, a continuación, sufre una rápida expansión; luego cede parte del calor absorbido y, por último, se comprime súbitamente, para volver a iniciar el ciclo. Si la máquina de Carnot trabaja en sentido contrario, todas las operaciones se suceden a la inversa. Esto es lo que se llama *reversibilidad*, y las cuatro etapas, en un ciclo de Carnot, son reversibles. El *ciclo de Carnot* es el de máximo rendimiento a una temperatura dada. La sustancia de trabajo actúa sobre un émbolo durante la etapa de expansión. Con una máquina que realice un ciclo de Carnot se consigue el máximo de trabajo (y, por tanto, la máxima cantidad de energía mecánica) que es posible obtener de un gas caliente.

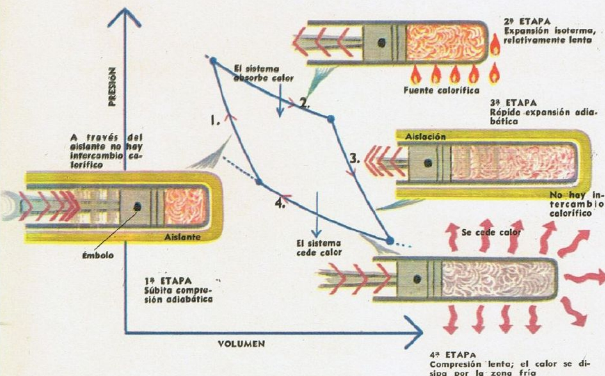
La súbita expansión que experimenta la sustancia de trabajo se denomina *expansión adiabática*. Es tan rápida que entre la sustancia de trabajo y sus alrededores no tiene lugar ningún intercambio calorífico. Una vez que esta sustancia ha desarrollado trabajo, permanece a la temperatura de la parte más fría del aparato, liberando calor y experimentando una contracción. Esta parte del proceso se denomina *isoterma*, pues durante ella no hay ningún cambio de temperatura. A continuación, se produce una rápida compresión adiabática, a la que sigue una nueva etapa isoterma, en la que la sustancia de trabajo absorbe calor de la parte más caliente de la máquina.

Los ciclos de las máquinas térmicas que se utilizan en la práctica difieren considerablemente del ciclo de Carnot. Teóricamente, sin embargo, ninguno puede ser más eficaz que éste. Lo más que puede conseguirse con un ciclo práctico en el que todas las etapas sean reversibles es igual rendimiento. Este es un corolario importante enunciado en la publicación de Carnot. Otra conclusión esencial es que el rendimiento no depende del tipo de sustancia empleado; es decir, las condiciones de máximo rendimiento son independientes de la sustancia de trabajo.

Algunas de las ideas de Carnot no se entendieron por completo, debido a que él confundió los términos, concretamente, *"cantidad de calor"*, *"potencia motriz del calor"* y un nuevo término que se conoce actualmente como *"entropía"* o *"grado de desorden"*. Posiblemente, el trabajo de Carnot fue mal interpretado. Pero Lord Kelvin, físico inglés, comprendió la trascendencia de sus ideas y las volvió a enunciar en su forma presente. Kelvin fué capaz, incluso, de introducir un concepto de temperatura totalmente nuevo, que cristalizó en la escala de temperaturas absolutas, utilizada actualmente con carácter fundamental. La escala de temperaturas de Lord Kelvin se halla basada en el rendimiento de una máquina de Carnot que operase entre dos temperaturas determinadas (la que absorbe calor y la que lo cede).

Carnot nació en París, en 1796. Estudió en la Escuela Politécnica y llegó a ser oficial de ingenieros. Desgraciadamente, contrajo el cólera y murió en la misma ciudad en 1832, cuando contaba 36 años de edad.

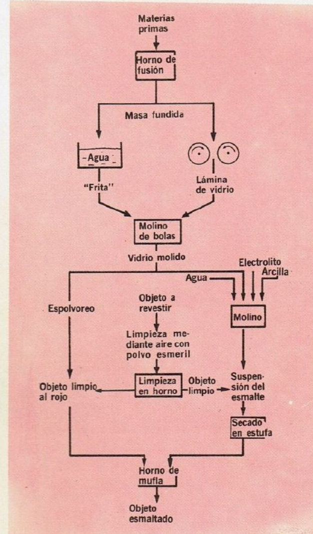
El famoso ciclo de Carnot, compuesto de dos procesos isotérmicos y dos adiabáticos. El rendimiento no depende del tipo, de sustancia utilizado.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

EL ESMALTE VITRIFICADO

En la lucha contra la corrosión, es muy frecuente recurrir a revestimientos protectores para evitar todo contacto con el oxígeno atmosférico, que, junto con la humedad del aire y las contaminaciones de este último por los residuos de la combustión, trata de llevar a los metales a su estado más corriente de óxido.
Uno de los revestimientos más antiguos utilizados por el hombre, y actualmente considerado entre los más eficaces, es el **esmalte vitrificado.**
A fines del siglo XIX se industrializó el revestimiento con esmalte y, desde entonces, se ha venido utilizando en una amplia gama de productos, entre los que figuran refrigeradores, calentadores a gas y eléctricos, depósitos de aguas, recipientes de cocina, etc.
No debe confundirse el procedimiento de esmaltado con la aplicación de pinturas impropiamente llamadas "esmaltes". El esmalte vitrificado es un vidrio que se somete a temperatura media o alta y se aplica sobre metales u otros materiales-base.
El esmalte vitrificado se prepara calentando las materias primas en un horno de fusión, hasta que se obtenga una masa fundida (véase el esquema). Esta masa se cuela sobre un depósito de agua fría, a cuyo contacto se divide en gran número de pequeñas partículas. Éstas reciben el nombre de **frita.**
Otro procedimiento consiste en hacer pasar la masa fundida entre dos rodillos enfriados por agua, para conseguir una hoja delgada que después se muele. El esmalte así producido se llama **esmalte laminado.**
Existen dos procedimientos para aplicar el esmalte: en húmedo y en seco. En ambos casos es necesaria una minuciosa limpieza de la superficie que se trata de revestir. Esto se consigue mediante una corriente de aire a presión, que arrastra polvo esmeril.
Una vez limpia la superficie, conviene eliminar la materia orgánica que hubiera podido penetrar en ella, calentando el objeto a temperatura ligeramente superior a la de reblandecimiento del esmalte.
El esmalte laminado o la "frita", que se utilizan en el esmaltado en seco, deben molerse en un molino de bolas hasta conseguir un estado adecuado. Este molino es un cilindro de porcelana, lleno hasta la mitad con bolas de igual material.
El esmalte seco en polvo se aplica, entonces, al objeto calentado al rojo, espolvoreándolo a través de un tamiz. Al contacto con el objeto, el esmalte funde y lo recubre. Claro está que esta fusión sólo tiene lugar en la capa inmediata al objeto caliente. Para conseguir la fusión de toda la capa de esmalte espolvoreada sobre el objeto es necesario introducirlo durante algún tiempo en el horno. Esta operación se repite dos o tres veces para lograr un buen acabado.
En el procedimiento de esmaltado húmedo, la "frita", o el esmalte laminado, se muelen con agua, arcilla y algún electrolito para conseguir la dispersión y suspensión prolongada del esmalte en el agua. El tamaño de la partícula es un factor importante para conseguir buenos revestimientos y, por este motivo, la operación de molienda debe ser minuciosa.
Los objetos a esmaltar se sumergen en la suspensión y después se llevan a una estufa de secado, para eliminar el agua. Una vez secos, pasan a los hornos de mufla, donde se los calienta a 750-800°C. El revestimiento solidifica y endurece, adhiriéndose al material base, al que protegerá definitivamente de la corrosión.



ÁCIDOS NUCLEICOS



CORREO DE LECTORES

¿Qué función tiene el ácido desoxi-ribonucleico? R. P. R.

El ácido desoxi-ribonucleico, o ADN como normalmente se lo llama, es uno de los dos ácidos nucleicos que existen en todas las células.
El interés de estas sustancias se debe a que constituyen factores o cuerpos intermedios en el mecanismo por el que se rige la herencia.
Los ácidos nucleicos están formados por largas cadenas de elementos que se repiten: los **nucleótidos.** Un nucleótido se compone de una molécula de azúcar fosforilada, unida, mediante un enlace glucosídico, a una base nitrogenada.
Cuando el azúcar es la D-ribosa, el ácido se denomina **ribonucleico** (ARN), y si se trata de la 2-desoxi-D-ribosa, el ácido es el desoxi-ribonucleico.
Respecto a las bases nitrogenadas, el uracilo se encuentra sólo en el ARN, y la timina en el ADN. La citosina, la adenina y la guanina se pueden encontrar indistintamente en los dos ácidos.
Cada ácido nucleico se compone de varios miles de nucleótidos, por lo que su peso molecular es del orden del millón; sin embargo, el peso molecular del ADN suele ser algo mayor que el del ARN.
Los trabajos experimentales han demostrado que el ADN es el trasportador de la información genética en los sistemas biológicos. Los cromosomas contienen gran cantidad de ADN y, por lo general, la cantidad de este ácido en las células de una especie determinada es constante.
Cuando la molécula del ADN se modifica ligeramente por medios físicos, en el animal que la posee aparecen mutaciones o caracteres especiales; ello es prueba evidente de que este ácido nucleico está implicado en el mecanismo de la herencia. Se ha sugerido que la disposición especial de las diferentes bases nitrogenadas en la molécula del ácido y la secuencia de sus aminoácidos constituyen un código genético en el que se encierra la información precisa, interpretada por la célula, para que el organismo se desarrolle con determinados caracteres.
El ARN no sólo se encuentra en los núcleos de las células, sino también en el citoplasma, asociado a los ribosomas. Este ácido nucleico interviene fundamentalmente en la síntesis de las proteínas de los organismos.
Aunque en los virus de los animales existen el ARN y el ADN, en los que atacan a las plantas sólo existe el ARN, por lo que este ácido debe contener la información genética necesaria para la multiplicación de las minúsculas partículas infecciosas.
Pareciera que los ácidos nucleicos juegan un papel impor-



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

tante en el fenómeno de la vejez. Aunque hay muchas teorías para explicar este fenómeno, varios investigadores afirman que la senectud se caracteriza por la aparición, en las células, de macromoléculas atípicas, incapaces de intervenir en los procesos metabólicos normales. Según se supone, la desorganización de la estructura del ADN determina que se pierda la fuente de información intracelular indispensable para que se trasladen y desaparezcan las macromoléculas perturbadoras.
Ácidos nucleicos característicos se trasmiten a los hijos a través de las células sexuales: espermatozoide y óvulo. Casi el 43 % de la cromatina nuclear del espermatozoide se compone de ácido desoxi-ribonucleico, cantidad que representa un 50 %, aproximadamente, del contenido en las células somáticas normales.

MÁS SOBRE EL ARADO REVOLUCIONARIO

Varios lectores nos han escrito pidiendo más datos sobre el arado de rejas helicoidales, de que dimos noticia en el número 94 de TECNIRAMA. Realmente, se trata de un invento extraordinario y, por tanto, no nos extraña el interés mostrado por nuestros amables corresponsales. El arado ha sido diseñado por la Estación Escocesa del Instituto Nacional de Ingeniería Agrícola, con la ayuda de la Corporación Nacional para el Desarrollo de la Investigación, que es la depositaria de la patente.
Mayor información se puede obtener de sus diseñadores, cuya dirección damos: Scottish Station of the National Institute of Agricultural Engineering. Penicuik. Midlothian. Scotland. Great Britain.
También pueden obtener datos de los propios fabricantes: Brown Brothers. Edinburgh. Scotland. Great Britain.

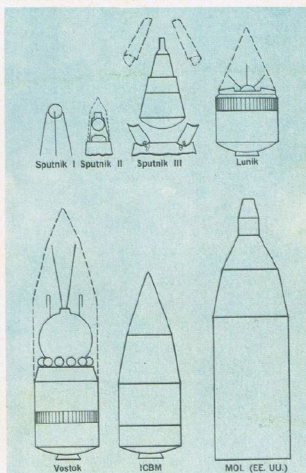
A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.
Por eso, esta **ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA**, que en un principio se había programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.
Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de **TECNIRAMA**, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la búsqueda y consulta de cualquier artículo.

Y PARA CONCLUIR...

SATÉLITES SOVIÉTICOS

Uno de los grandes interrogantes del mundo se cifra en los combustibles que utilizan los soviéticos para propulsar los cohetes usados en el lanzamiento de satélites artificiales. Evidentemente, se trata de combustibles muy potentes, dado el considerable peso de dichas naves.
El 4 de octubre de 1957, los hombres se asombraron de que un satélite de 90 kilogramos, el "Sputnik I", estuviese girando en órbita alrededor de la Tierra. Pero, desde entonces, los adelantos en esta materia, por parte de los soviéticos, fueron importantes. Estados Unidos sigue muy de cerca esta carrera del peso, pero, por ahora, no parece aventajar a la U.R.S.S. Un satélite de grandes dimensiones significa un mayor perfeccionamiento y la seguridad de mejor información, por la enorme cantidad de aparatos científicos que puede trasportar; los estadounidenses han paliado este "handicap" lanzando al espacio mayor número de satélites pequeños.
El "Sputnik II", también lanzado en el año 1957 (3 de noviembre), pesó 500 kilogramos y, al año siguiente (en el mes de mayo), los 1.400 kilogramos del "Sputnik III" empezaron a girar alrededor de nuestro planeta.
Progresivamente, se ha ido superando el peso de los satélites soviéticos. El "Lunik", primer satélite que fotografió la cara oculta de la Luna, pesaba unos 400 kilogramos, pero la etapa final del cohete que lo trasportaba llegaba a los 1.600 Kg. El "Vostok I" pesaba unos 5.200 Kg., y la cápsula espacial propiamente dicha, 1.600 Kg. La última nave espacial soviética de que tenemos noticia es la "ICBM", que desfiló por la Plaza Roja de Moscú el 9 de mayo de 1965. Se sospecha que existen construidas, o en proyecto, otras cápsulas mucho mayores, pero no hay datos muy concretos, debido a las restricciones informativas en la Unión Soviética. Así, se tienen referencias del "Protón I", satélite de radiación diseñado para un apogeo de 620 Km. y un perigeo de unos 190 Km.; según fuentes soviéticas, el peso de esta nave se acerca a las 13 toneladas y sólo será igualada por la MOL de los estadounidenses, que estará dispuesta para el año 1968. ¿Qué nos reservarán los soviéticos para dicho año? Los cohetes necesarios para impulsar tan grandes cápsulas espaciales tienen que ser poderosísimos. Parece que la Unión Soviética no tiene dificultades en este sentido; se sabe que los motores de sus cohetes de varias etapas poseen un empuje o potencia de 400.000 Kg., pero se tiene la evidencia de que disponen de prototipos que alcanzan los dos millones y medio de kilogramos de empuje.



PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	50.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

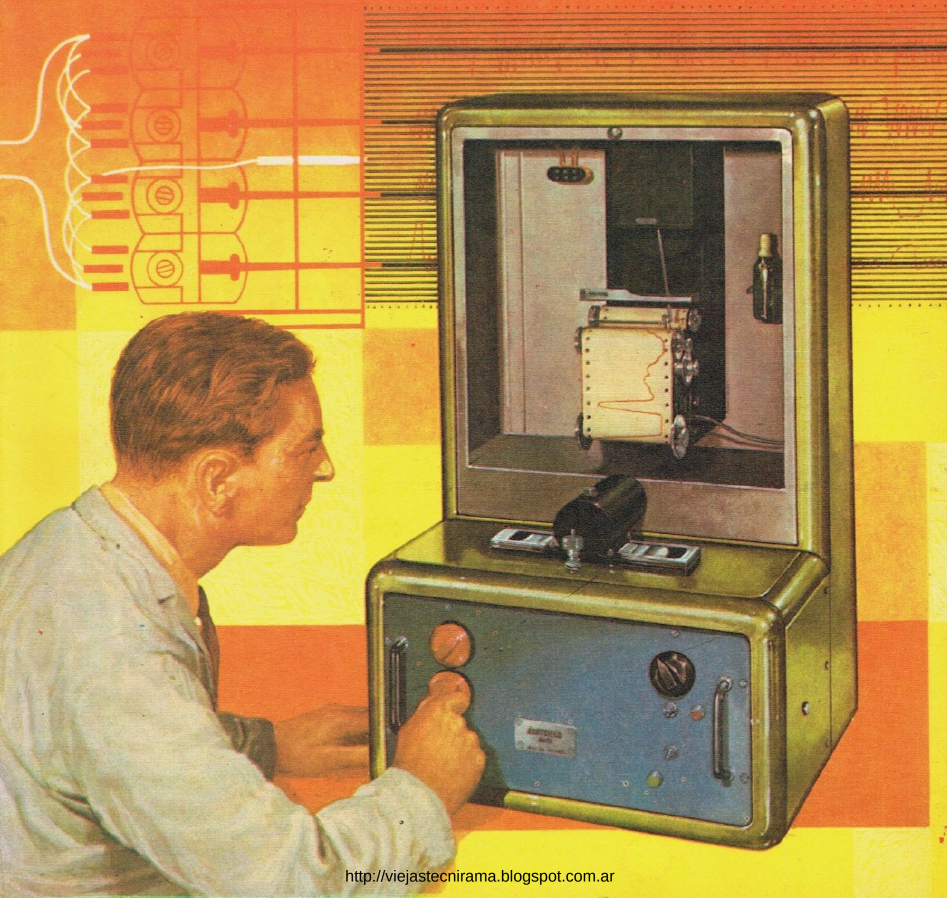
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 7 de febrero de 1966.

Nº 122

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: S. A. COONS (Massachusetts Institute of Technology), registradores gráficos, J. M. STONE (Univ. California), el biprisma de Fresnel. A. PHILLIPS (Univ. Yale), uso de las aleaciones. R. L. METCALF (Univ. California), los pulgones. N. H. FRANK (Massachusetts Institute of Technology), experimento del tapón poroso. R. C. MOORE (Univ. Kansas), resumen ilustrado de la historia de la Tierra. H. DENTSMAN (Lockheed Electronics Co., New Jersey), ajuste de la distancia y de la exposición, H. FUSET TUBIÁ (Univ. Barcelona), paidomorfosis: animales nuevos a partir de otros antiguos. A. ZAMORA (Instituto de Biología y Sueroterapia, Madrid), calentamiento de sustancias en el laboratorio. H. P. SMITH (Texas Agricultural and Mechanical College), nuevos métodos agrícolas.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 122

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

REGISTRADORES GRÁFICOS. — Casi todos los registradores usan señales eléctricas que, mediante un circuito, producen desviaciones laterales de una pluma, la cual escribe sobre una banda de papel en movimiento.



Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Nuevos descubrimientos en el control biológico de plagas. — Como es sabido, actualmente se tiende a prescindir de los potentes insecticidas de síntesis, porque su toxicidad puede ser peligrosa para el hombre y para los animales, tanto domésticos como salvajes. Pero las plagas no cesan, produciendo estragos en la salud y en los alimentos de los hombres. Por ello, la lucha contra los insectos es también constante, y el ingenio humano busca medios cada vez más eficaces y seguros.

Uno de los problemas más acuciantes es el de los ácaros en los alimentos almacenados, principalmente en los cereales. En los años húmedos, los silos se infestan de estos diminutos y blanquecinos arácnidos que producen cuantiosas pérdidas. Los métodos tradicionales de fumigación con diversos productos son peligrosos o ineficaces.

Para resolver este problema, científicos checoslovacos recurrieron a un espectacular método de control biológico. Utilizan depredadores que persiguen y aniquilan a los ácaros más dañinos, como el **"Acarus siro"** (ácaro del queso) y el **"Glycyphagus destructor"**; en este caso, el depredador es otro ácaro, el **"Cheyletus"**, que, aun en inferioridad numérica de hasta 1 a 100, elimina a los anteriores. El ácaro depredador no ataca los granos ni les confiere olor desagradable, e incluso es fácil de eliminar de los alimentos. En el peor de los casos, su número no puede ser muy grande en el grano, pues, aun cuando al principio se multiplican y crecen activamente a costa de la plaga que combaten, una vez aniquilada ésta se vuelven "caníbales", devorándose entre sí hasta quedar reducidos a pequeños núcleos.

Las pruebas realizadas por los técnicos del Instituto Central de Investigación para la Industria Alimenticia, de Praga, son concluyentes: en sólo dos meses, una siembra de **"Cheyletus"** eliminó la plaga que contaminaba 3.000 toneladas de grano.



NOTICIAS DE MAÑANA

Para incrementar la producción de madera. — El consumo de papel crece cada día, a medida que aumenta el nivel de vida de las naciones. Diariamente se publica más, y la tipificación de los productos comerciales exige crecientes cantidades de papel.

La pasta de celulosa con la que se fabrica el papel se obtiene de la madera y, aunque teóricamente puede conseguirse de cualquier clase de madera —incluso de residuos agrícolas, como la paja—, las mejores calidades se fabrican con maderas resinosas, como el pino y el abeto. Estos árboles sólo abundan en las regiones frías del hemisferio norte, principalmente en el Canadá y en los países escandinavos; la riqueza que proporciona la industria del papel a estas naciones resulta considerable. La demanda es tal que estudian continuamente la mejora de sus instalaciones y de sus bosques.

Una empresa sueca, la Svenska Cellulosa AB, está realizando una serie de experiencias que permitirán mejorar considerablemente el rendimiento de sus bosques. Se trata, simplemente, de prodigarles los cuidados que suelen prestarse a los cultivos agrícolas normales; estos cuidados se refieren, en especial, al abonado de los árboles. Pero como imitar las técnicas agrícolas en este caso sería totalmente antieconómico, se ha recurrido a los aviones, que de un modo rápido y rentable pueden arrojar grandes cantidades de abono sobre los bosques.

Los ensayos realizados en unas 300.000 hectáreas, donde se aplicaron abonos nitrogenados, urea principalmente, son muy prometedores, pues se logró aumentar la producción de madera en un 15 %.

En los próximos siete años se practicará el abonado de grandes extensiones de bosques suecos. El proyecto implica la construcción de unas 200 pistas de aterrizaje en las zonas inaccesibles del país.

REGISTRADORES GRÁFICOS

Al científico que lee con gran paciencia las indicaciones de un amperímetro o de un voltímetro, las anota, las ordena y hace una representación gráfica de su variación, pueden pasarle inadvertidas algunas fluctuaciones rápidas.

Los aparatos *registradores* son, generalmente, voltímetros modificados, que registran sus propias indicaciones inscribiéndolas en una tira o banda de papel cuadriculado. Hay un mecanismo de relojería (o un reloj eléctrico) que va haciendo circular la tira de papel bajo la punta de una pluma. El papel puede moverse rápidamente si las indicaciones varían con rapidez, o lentamente cuando las medidas son más constantes y el registrador debe anotar sus medidas durante un largo intervalo. Un registrador *lento* utiliza unos 2 cm. de papel por hora. Un rollo de papel de 15 m. dura un mes.

Los registradores gráficos tienen muchísimas aplicaciones. Se encuentran en todas las salas de control; por ejemplo, en la estación de control de una central termoeléctrica, para comprobar automáticamente las presiones y temperaturas, así como las tensiones y las intensidades. Pueden usarse para registrar medidas eléctricas, de temperatura, humedad, densidad, presión y datos propios del análisis químico.

Uno de los registradores más sencillos es el barógrafo, que registra continuamente la presión atmosférica sobre un tambor movido por una cuerda de reloj y cubierto con un papel graduado. En este registrador no hay mecanismos eléctricos, ya que el movimiento del barómetro (que mide la presión atmosférica) está conectado mecánicamente, por medio de un sistema de palancas, con la pluma registradora.

Sin embargo, los registradores mecánicos son poco corrientes. Los registradores de una estación de control pueden estar muy alejados del lugar donde, en realidad, se hace la medición. Sería muy difícil y costoso conectarlos mecánicamente. Además, la respuesta resultaría muy débil. Sin embargo, para algunos trabajos químicos y en refinerías de petróleo, donde los sistemas eléctricos aumentarían el peligro de incendio, se emplean sistemas neumáticos, que trasmiten la medida por cambios de la presión de un gas.

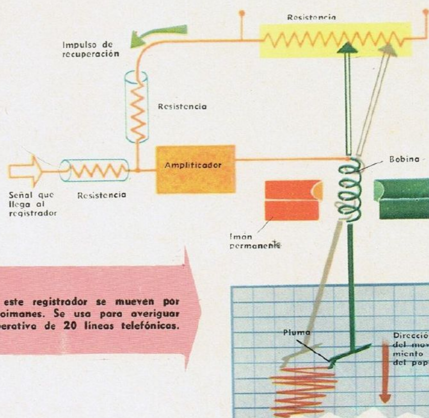
En la mayoría de los registradores, las indicaciones llegan mediante una señal eléctrica. Por ejemplo, las temperaturas pueden medirse con termómetros de resistencia o termocuplas. Con cualquiera de estos dos instrumentos, las variaciones de temperatura producen cambios de la corriente eléctrica que llega al registrador. Para los registradores usados en la comprobación de equipos eléctricos no hay ningún problema, ya que todas las variables del circuito están en forma de señales eléctricas.

La señal llega al registrador y desvía la pluma lateralmente. Si el registrador sirve sólo para indicar cuándo un aparato está en marcha o detenido, el mecanismo que mueve la pluma es un electroimán. La corriente pasa por una bobina eléctrica (*solenoide*); al hacerlo, un núcleo de hierro, atraído por el campo magnético del solenoide, sube hacia él. Un resorte se mueve, el brazo de la pluma gira y se coloca en la posición de "en marcha" (o funcionamiento). Este aparato sirve para registrar el funcionamiento o la detención de máquinas, o la apertura y cierre de circuitos. Para registrar el volumen de tráfico de las líneas telefónicas se usan aparatos con veinte solenoides distintos para cada rollo de papel.

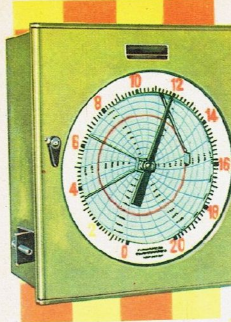
Para el funcionamiento de otros tipos de plumas registradoras se usan dispositivos parecidos a los de los amperímetros y voltímetros. La corriente de señal pasa a través de una bobina de alambre, enrollada alrededor del brazo de la pluma. La bobina está en equilibrio entre los brazos de un imán permanente. Al pasar la corriente, el campo magnético desvía el brazo hacia uno u otro lado. Según el esquema, el instrumento registra voltios o amperios, pero la tensión o la intensidad pueden servir para indicar la magnitud de cualquier cantidad medible; por ejemplo, el nivel del agua, una velocidad, o la cantidad de gas que contiene un depósito. Para señales alternas (que van y vienen) pueden usarse distintos tipos de movimientos. El instrumento sencillo de bobina móvil funciona sólo con las corrientes continuas.

Si la señal es muy débil, puede ser conveniente amplificarla, para que la pluma tenga mayor desplazamiento. Algunos registradores de respuesta muy rápida tienen mecanismos de recuperación, que empujan otra vez la pluma hacia atrás en cuanto termina su trayectoria. La señal de recuperación es igual a la primera señal o *señal de la medida*, pero de signo contrario. Su efecto

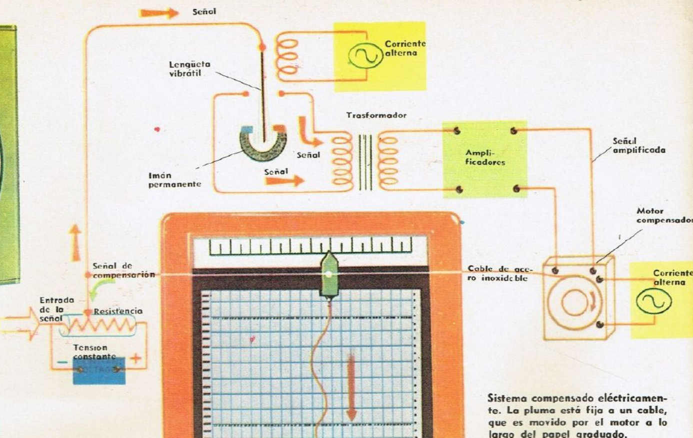
La corriente de la señal que llega al instrumento mueve la pluma en sentido horizontal. El otro extremo de la pluma se mueve a lo largo de una resistencia, que produce un impulso de electricidad que vuelve a colocar la pluma.



Las plumas de este registrador se mueven por medio de electroimanes. Se usa para averiguar la intensidad operativa de 20 líneas telefónicas.



A veces se utilizan representaciones gráficas circulares. El papel usado en este registrador efectúa un giro diario.



Sistema compensado eléctricamente. La pluma está fija a un cable, que es movido por el motor a lo largo del papel graduado.

es eliminar los errores. En esos aparatos de tipo voltímetro o amperímetro, la pluma está montada sobre un pivote, de modo que oscila lateralmente. El procedimiento para equilibrarla es mecánico, aunque las indicaciones lleguen como corrientes eléctricas. Algunos registradores se equilibran por completo de manera eléctrica. La pluma no está sobre un pivote, sino que es arrastrada lateralmente por un motor eléctrico compensador. La señal que llega al registrador se compensa con una tensión constante, mantenida en un circuito en el registrador. Si la indicación de la medida varía y el sistema se desequilibra, esa tensión actúa tanto equilibrándola como registrando la variación. El sistema sólo funciona cuando las indicaciones varían; en todo otro momento, el circuito está muy bien equilibrado. La señal llega al registrador como corriente continua, pero se convierte en alterna por medio de una especie de lengüeta, que vibra entre dos contactos eléctricos. También hay una tensión constante de corriente continua conectada a la lengüeta oscilante, y la fuente de alimentación de corriente alterna pasa por una bobina próxima a la lengüeta. El resultado de todas esas corrientes interconectadas es que la señal se trasforma en alterna. Sólo entonces puede hacerse pasar por un trasformador e ir a un amplificador. De éste, la señal va a un motor compensador, de corriente alterna, que puede tirar de un alambre de acero, el cual mueve la pluma sobre la escala.

Para algunas aplicaciones especiales, el registrador efectúa también operaciones matemáticas con las señales que llegan a él. Si el registrador está anotando el flujo de líquido por un tubo, quizá interese averiguar la cantidad total de líquido que pasa. La operación realizada para calcular el total (cuando el flujo está variando continuamente) se llama "integración".

La fuente de alimentación de corriente alterna está conectada, a la vez, al motor compensador y a la lengüeta oscilante. La fuente de alimentación actúa como una especie de mecanismo de tiempo. Sólo cuando la *señal* alterna tiene una alternancia desfasada con la corriente alterna de alimentación, el motor compensador mueve el alambre y la pluma. El alambre de acero inoxidable mueve también un contacto, que se desliza a lo largo de una resistencia variable conectada a la tensión constante de referencia. De esta forma, se altera la señal de referencia que llega a la lengüeta, y sólo en la cantidad necesaria para volver a equilibrar el circuito. La señal vuelve a ponerse en fase con la corriente de alimentación, y el motor compensador cesa de arrastrar la pluma a lo largo de la escala. Esos registradores tienen una respuesta muy rápida.

Cuando deben registrarse varias medidas semejantes —por ejemplo, las temperaturas en las distintas partes de un horno—, todas las indicaciones se hacen sobre un rollo de papel graduado, por medio de una pluma y tinta de distintos colores. Hay un mecanismo que conecta por turno el brazo de la pluma a cada una de las señales que llegan, y la comunica con reservas de tinta de diferente color. La pluma sólo hace un punto en la representación gráfica cada vez que se conecta, pero el papel se mueve lo suficientemente despacio para que los puntos se vayan completando en forma de líneas continuas. Otros registradores graban la medida en forma de número o de símbolo (una cruz o un punto, por ejemplo). En esos instrumentos, la "pluma" es más bien una especie de pequeña prensa de imprenta rotativa.

LA INSCRIPCIÓN EN EL PAPEL

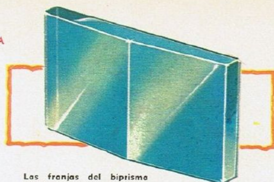
No todas las representaciones gráficas se trazan con tinta. Para registrar, también se usa papel sensible a la presión, papel electrosensible o una cinta impregnada de tinta, como la de una máquina de escribir. En otros registradores, la "pluma" es un rayo de luz ultravioleta, que va ennegreciendo un papel fotográfico sensible a ella.

Es necesario cargar de vez en cuando las plumas que escriben con tinta, aunque, en algunos modelos, ésta viene de un depósito situado detrás de la pluma y dura un año, aproximadamente. Sin embargo, la tinta puede emborronarse. Por eso, las plumas "secas" trazan líneas más finas y nítidas. En uno de esos tipos, la pluma está conectada a un terminal de la corriente, y la placa metálica que lleva el papel, al otro. De esta forma, la corriente pasa por el papel desde la punta de la pluma a la superficie metálica. El papel es electrosensible, y la corriente eléctrica que fluye a su través produce en él una reacción química, que lo ennegrece. Así, resulta un fino trazo negro. Otras clases de papel para realizar registros gráficos son sensibles a la *presión*. Cuando la punta de la pluma aprieta el papel, se produce un trazo negro.

LECTURA DE REPRESENTACIONES GRÁFICAS

Al examinar la representación gráfica de un registrador es fácil ver cuándo una presión o un potencial ha aumentado bruscamente. Pero, a veces, se necesita obtener una información más detallada. En los gráficos de la sala de control de una central eléctrica pueden verse los valores máximos y mínimos, la rapidez de la variación del suministro y la desviación de las medidas de su media. A veces, es importante analizar estadísticamente todos los gráficos del rollo de papel. Para hacer los cálculos estadísticos es necesario realizar muchas operaciones, y resulta laborioso efectuarlas a mano, pues las representaciones gráficas tienen, en ocasiones, varios metros de largo. Sin embargo, el análisis puede hacerse automáticamente, por medio de una calculadora. Las representaciones gráficas se retiran del registrador y se analizan en una cámara de televisión con rayos que llegan al papel cinco veces por segundo. Un rayo las analiza registrando la posición del trazo en cada momento, mientras otro examina una escala de referencia formada por trazos negros y blancos, que se mueve paralelamente al papel. La señal del rayo que analiza la representación gráfica se acopla con las señales alternativamente claras y oscuras del rayo que examina la escala. Esta elaboración permite reconocer de inmediato los valores de la representación gráfica. Los resultados se analizan en una calculadora.

EL BIPRISMA DE FRESNEL



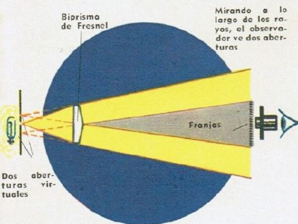
Las franjas del biprisma de Fresnel son semejantes a las producidas por dos aberturas

Una de las propiedades de las ondas es que pueden producir interferencias (es decir, las crestas se suman cuando coinciden, y una cresta y un valle se anulan mutuamente). Si se hace pasar por dos aberturas una luz monocromática (por ejemplo, luz amarilla) cuya fuente es una sola abertura, e incide en una pantalla, pueden ocurrir dos cosas, según las ondas luminosas estén en fase o desfasadas. Si las ondas de cada abertura están en fase (las crestas coinciden), aparecerá una zona brillante en ese sitio. Si están completamente desfasadas (las crestas coinciden con los valles), aparecerá una región oscura.

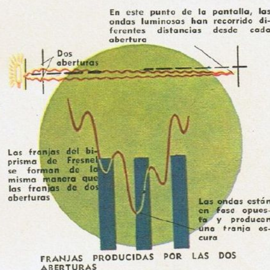
En el centro de la pantalla, las ondas luminosas han recorrido exactamente la misma distancia desde las aberturas; por tanto, están en fase. Si la luz amarilla tiene una longitud de onda de 5.000 Å ($1 \text{ Å} = 10^{-8}$ cm.), a partir del centro de la pantalla se llega a un punto en el que las distancias a las aberturas difieren en 2.500 Å. En este punto, las crestas coinciden con los valles y aparece una *franja oscura*. Más lejos del centro de la pantalla volverá a encontrarse otro punto en el que la diferencia de las distancias a las aberturas será de 5.000 Å, y, en él, la luz de las dos aberturas se sumará para dar una *franja brillante*. Así es como se forman las líneas de interferencia. Naturalmente, la distancia entre las franjas dependerá de la longitud de onda de la luz.

Auguste Fresnel (1788 - 1827), francés, uno de los primeros experimentadores en óptica, estudió matemáticamente los efectos de la interferencia, algunos años después de que Thomas Young demostrase la naturaleza ondulatoria de la luz. Inventó un tipo especial de prisma gemelo, llamado *biprisma*, para producir efectos de interferencia utilizando una sola abertura, en vez de dos. Dicho prisma hace que la luz *parezca venir* de una doble abertura y que produzca una imagen semejante a ésta Una cara del biprisma es plana, y la otra está tallada en dos planos que forman un ángulo que no llega a los 180°. La luz que atraviesa la primera cara llega a los planos inclinados y éstos refractan las dos mitades, de modo que se encuentran e interfieren. A una persona que mire a través del biprisma le parecerá "ver" dos aberturas, en vez de la única que realmente hay.

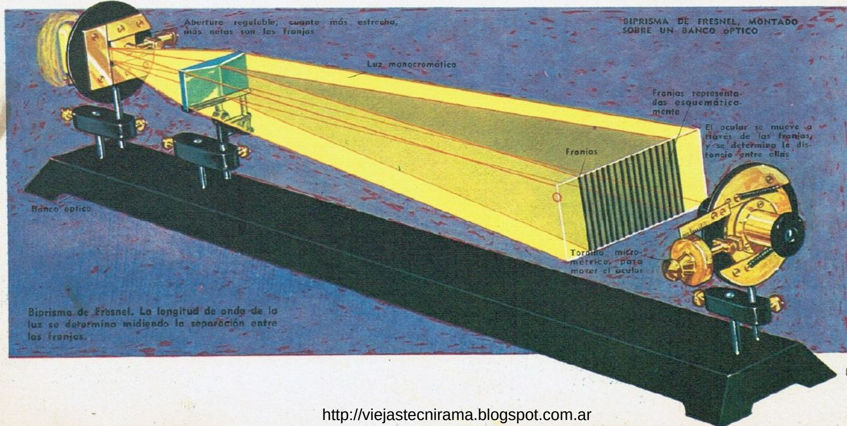
Las franjas producidas por esas dos aberturas imaginarias son muy netas y pueden verse sobre una pantalla o a través de un ocular. Para medir la longitud de onda de la luz, el ocular está montado sobre un tornillo micrométrico, de modo que puede moverse a lo largo de las franjas y determinar a qué distancia se encuentran unas de otras. En el experimento típico con este biprisma, la longitud de onda utilizada se determina midiendo la anchura de un conjunto de 20 franjas y calculando, a partir de ella, la anchura media de una franja.



Camino de los rayos luminosos en un biprisma de Fresnel. La persona que mira a través del prisma ve dos aberturas imaginarias.

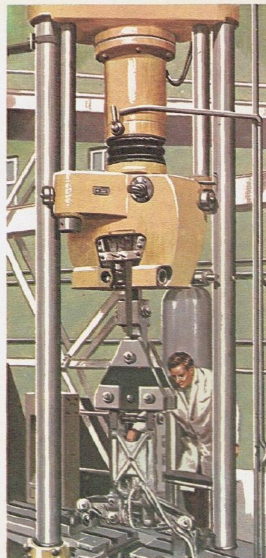


Las franjas de interferencia se deben a la suma o a la anulación de las ondas luminosas.



Biprisma de Fresnel. La longitud de onda de la luz se determina midiendo la separación entre las franjas.

USO DE LAS ALEACIONES



Con frecuencia, los proyectistas efectúan ensayos previos para seleccionar el material adecuado en la fabricación de una pieza. Sin embargo, en la construcción de aviones, todas las piezas se ensayan cuidadosamente antes de aprobar el proyecto. La figura muestra una máquina de ensayos Losenhausen Universal, empleada para aplicar cargas constantes o variables a una pieza.

Al mismo tiempo que decide los tamaños y las formas de las piezas de una máquina, el técnico proyectista determina los materiales adecuados para hacerlas. Algunas piezas, como los pistones de un motor de combustión interna, deben resistir altas temperaturas, mientras que otras, como el cigüeñal, han de soportar las diferentes fuerzas que actúan sobre ellas.

El proyectista suele elegir una aleación (mezcla de dos o más metales), en vez de un metal puro. Aleando los metales en proporciones cuidadosamente controladas se obtiene, generalmente, un material con mejores cualidades que cualquiera de las sustancias puras que lo componen. Por ejemplo, el *latón* es mucho más duro y resistente que cualquiera de los dos metales (cobre y cinc) que contiene.

El hierro puro, en sí, es un metal muy débil y, sin embargo, enormes cantidades de aleaciones muy resistentes, que comprenden hierro, se fabrican a escala industrial. Las más sencillas de esas aleaciones (casi todas llamadas *aceros*) llevan solamente hierro y carbono. La proporción de carbono varía desde el 0,05 % en el *hierro de forja*, hasta el 4,5 % en el *hierro de fundición* (colado). Dosificando acertadamente las proporciones de hierro y de carbono se fabrican distintos tipos de acero apropiados para casi todas las necesidades. Además de esas aleaciones, se fabrican aceros más complejos, con fines especiales. Por ejemplo, el *acero al tungsteno*, que contiene cantidades relativamente pequeñas de tungsteno y cromo, se emplea para hacer los filos (borde cortante) de las herramientas, particularmente de las que funcionan a grandes velocidades.

Hay tres etapas antes de elegir el metal o aleación que se va a utilizar en la fabricación de una determinada pieza. Primero, el proyectista examina los factores que probablemente producirán la rotura de esa pieza. Puede hacerse las siguientes preguntas: ¿Va a trabajar a temperatura alta o a temperaturas variables? ¿Qué fuerzas actuarán sobre ella? ¿Estará sometida a una gran fricción o a sustancias corrosivas?

Al responder a estas preguntas, el técnico proyectista ha llegado a la segunda etapa: pretende deducir las propiedades necesarias del material. Quizá se vea obligado a elegirlo por su gran resistencia en un amplio margen de temperaturas.

Otras piezas, sin embargo, necesitarán una buena resistencia a la fricción. Una vez que el técnico proyectista conoce las propiedades que debe tener el material, llega a la tercera etapa y descubre una aleación que cumple bien esos requisitos.

Las tablas que se acompañan dan detalles de algunas de las aleaciones importantes, usadas en la fabricación de aparatos científicos y en ingeniería general. La composición de algunas de las aleaciones descritas varía entre límites muy amplios, y las cifras indicadas son solamente promedios.

ACEROS SIMPLES

ALEACIÓN	CONTENIDO EN CARBONO (POR CIENTO)	PROPIEDADES	USOS TÍPICOS
Hierro de forja	0,05-0,15	Dúctil	Cadenas, pernos
Acero dulce	0,1-0,25	Resistente	Perfiles, ejes
Acero al carbono (medio)	0,25-0,6	Puede endurecerse	Herramientas agrícolas
Acero al carbono (alto)	0,6-1,2	Resistente, duro	Herramientas cortantes
Acero al carbono (muy alto)	Más de 1,2	Extra duro	Puntas de barrena
Hierro de fundición	1,7-4,5	Quebradizo, resistente a la presión	Cuerpos de máquina, columnas



ALEACIONES DE ACERO COMPLEJAS

ALEACIÓN	CONTENIDO EN CARBONO (POR CIENTO)	OTRAS SUSTANCIAS (POR CIENTO)	PROPIEDADES	APLICACIONES
Acero al cromo-vanadio	0,3	Cromo 1,0 Vanadio 0,2	Resistente al desgaste y al choque	Ejes, piñones
Invar	0,2	Níquel 36,0	Coeficiente de dilatación muy pequeño	Patrones de longitud, instrumentos de precisión
Acero al manganeso	1,0	Manganeso 12,0	Duro, dúctil	Blindajes, palas excavadoras
Acero al níquel	0,3	Níquel 3,0	Fuerte, duro, resistente al choque	Piñones, piezas de forja
Acero al cromo-níquel	0,3	Níquel 3,0 Cromo 1,0	Duro, dúctil	Piñones, cigüeñales
Acero al silicio	0,1	Silicio 2,0	Buenas propiedades electromagnéticas	Núcleos de trasformadores
Acero al silicio-manganeso	0,6	Silicio 1,5 Manganeso 0,6	Resiste la fatiga	Resortes, puentes
Acero inoxidable	0,3	Cromo 18,0 Níquel 8,0	Resistente a la corrosión, fuerte	Instrumentos quirúrgicos, industria química
Acero al tungsteno	0,7	Tungsteno 14,0 Cromo 4,0	Duro, incluso al estar incandescente	Herramientas de corte de alta velocidad

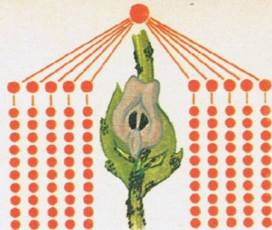


ALEACIONES NO FÉRREAS CORRIENTES

ALEACIÓN	COMPOSICIÓN TÍPICA (POR CIENTO)	PROPIEDADES	USOS
Latón	Cobre 60,0 Cinc 40,0	Resistente a la corrosión	Rodamientos, piezas de fundición
Bronce	Cobre 90,0 Estaño 10,0	Resistente a la corrosión, bueno para la fundición	Piezas de fundición
Constantan	Cobre 55,0 Níquel 45,0	Buena resistencia eléctrica, utilizable cuando está caliente	Termocuplas
Cuproníquel	Cobre 75,0 Níquel 25,0	Dúctil, resistente a la corrosión	Monedas, paletas de turbina
Duraluminio	Aluminio 95,0 Cobre 4,0 Además: magnesio, manganeso, hierro y silicio	Ligero, resistente e inalterable	Piezas de avión
Plata alemana	Cobre 50,0 Cinc 30,0 Níquel 20,0	Resistente a la corrosión	Objetos de adorno, acabado de automóviles
Bronce de cañón	Cobre 88,0 Estaño 10,0 Cinc 2,0	Resistente a la corrosión y al desgaste	Piezas de fundición
Bronce fosforoso	Cobre 88,0 Estaño 9,7 Cinc 2,0 Fósforo 0,3	Resistente a la corrosión, duro, pero se ablanda con el calor	Ejes de rodamientos, engranajes
Aleación de soldar	Estaño 50,0 Plomo 50,0	Punto de fusión bajo, suelda bien	Soldadura de piezas de hojalata
Metal blanco	Plomo 64,0 Estaño 20,0 Antimonio 15,0 Cobre 1,0	Punto de fusión bajo, escasa resistencia al rozamiento	Rodamientos



LOS PULGONES



El número de pulgones aumenta vertiginosamente por partenogénesis. Cada hembra engendra unos 10 descendientes. El proceso se repite varias veces, y, en ocasiones, las plantas quedan completamente cubiertas por esos pequeños insectos. El enorme número de áfidos que podrían nacer queda reducido por el frío, por el tiempo húmedo y por sus enemigos, como la mariquita o vaquita de San Antón.

Para el agricultor, los pulgones son una plaga. Estos insectos, en enjambres, pueden invadir sus flores y sus cultivos, dañándolos seriamente. Para combatirlos, utiliza compuestos químicos aplicados a las plantas por medio de pulverizaciones.

Los pulgones pertenecen al grupo de los *áfidos* y existen muchas especies diferentes. Cada especie tiene preferencias por distintas plantas. De hecho, cada especie habita, por lo general, en varias plantas, emigrando periódicamente de unas a otras. Por ejemplo, el pulgón del haba *(Aphis fabae)* emigra del bonetero *(Evonymus sp.)* y otros arbustos a plantas herbáceas, como el haba, la remolacha y el nabo. El pulgón de los cereales *(Aphis avenae)* va de las gramíneas silvestres al trigo u otros cereales. Algunas especies permanecen en la misma planta, pero moviéndose de la raíz al tallo.

Al igual que en todos los insectos, el cuerpo de los áfidos puede dividirse en tres partes: la cabeza, el tórax y el abdomen. El aspecto general es una forma de pera, pero el color varía de una especie a otra. Los hay verdes, pardos, rojos, negros y grises. La longitud de la mayoría de los áfidos es de sólo 2 ó 3 milímetros. Los tres pares de patas (uno por cada segmento del tórax) son largos, en comparación con el cuerpo. Sin embargo, no están bien adaptadas para marchar de prisa y los áfidos son unos caminantes muy perezosos. Algunos individuos tienen dos pares de alas trasparentes y pueden volar.

Las piezas bucales (en la cabeza) están adaptadas para la perforación de superficies vegetales y para chupar líquidos del interior de los tejidos. Las dos mandíbulas tienen aspecto de aguja y se juntan para formar un estilete externo. Las dos mandíbulas secundarias *(maxilas)* constituyen un estilete interno, que contiene dos canales. En reposo, los estiletes se retraen bajo la cabeza y están protegidos por una vaina externa, formada por el labio inferior. Cuando el pulgón quiere alimentarse, la vaina se retrae y los estiletes se hunden en los tejidos conductores de la planta La saliva desciende por uno de los canales y digiere parcialmente los líquidos vegetales. Mediante una acción muscular, la savia se bombea hacia arriba por el otro canal, y, de esta manera, llega a la boca.

Sin embargo, este régimen es demasiado rico en hidratos de carbono, y el exceso de azúcares tomado por el áfido sale por el ano, en forma de un líquido azucarado, llamado *maná*. Al principio se creía que el maná era segregado por los *cornículos*, especie de tubos situados en la parte superior del abdomen. De hecho, estos tubos producen secreciones, pero no el maná. En lugar de ello emiten un líquido grasiento, que contribuye a proteger al pulgón de sus enemigos.

CICLO BIOLÓGICO

El pulgón del haba es una plaga importante en muchas partes del mundo, y su ciclo vital, parecido, más o menos, al de muchos otros áfidos. Al final del verano, la hembra del pulgón pone huevos de manera completamente normal. En el caso del pulgón del haba, los huevos quedan pegados a la corteza del bonetero o de la "bola de nieve" *(Viburnum opulus)*. Después de pasar así el invierno, los huevos avivan. De ellos sólo surgen hembras. Éstas se reproducen en seguida, pero de modo muy extraño, mediante el tipo de reproducción sexual llamado *partenogénesis* (del griego *parthenos:* virgen, y *génesis:* origen). Generalmente, un huevo no fecundado tiene sólo una guarnición de cromosomas. La otra guarnición es proporcionada por el macho, al fecundar el huevo. En la partenogénesis no hay apareamiento ni fecundación, y el óvulo tiene el número completo de cromosomas sin haber sido fecundado.

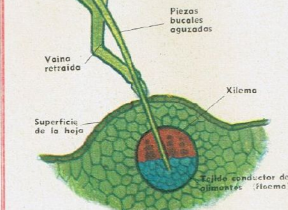


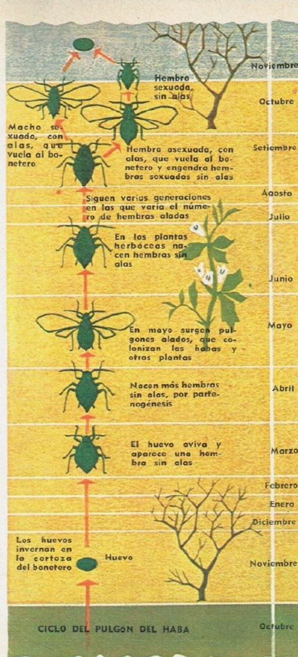
Al chupar la savia de la planta, los pulgones la privan de sus alimentos básicos. Las hojas se marchitan, los bordes se recurvan y deforman, cambiando de color. Las flores resultan perjudicadas y los frutos no alcanzan el tamaño normal. Los pulgones que atacan las raíces producen deformaciones y son la causa del mal estado general de la planta.

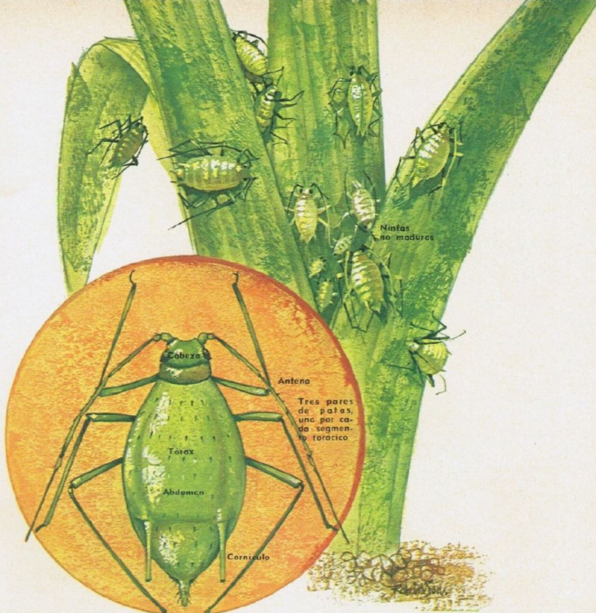
Las picaduras de los áfidos permiten la entrada de bacterias, virus y hongos en los tejidos internos de la planta. De hecho, se ha demostrado que, en algunos casos, los pulgones trasmiten de planta a planta, por virus, ciertas enfermedades. Incluso el "maná" azucarado, que producen los pulgones en grandes cantidades, es perjudicial para las plantas. Las gotitas, dulces y pegajosas, depositadas sobre las hojas, favorecen el ataque de los hongos.

Un virus que produce el enrollamiento de las hojas de la patata tiene como vectores más importantes a los pulgones del melocotonero y de la patata ("Myzus persicae" y "M. pseudosolani"). El "mosaico" grave, otra enfermedad producida por virus, es también trasmitido por los pulgones

Los estiletes formados por las mandíbulas y las maxilas se hunden profundamente en los tallos de la planta y en las nervaduras de las hojas. Allí localizan el floema o tejido conductor de los alimentos de la planta.







El pulgón de la rosa pasa el invierno en forma de huevo, en los troncos de los rosales. En verano invade los rosales, los lirios, las ortigas y, lo que es más grave, las patatas. Los "ninfas" pronto llegan a la madurez y se reproducen. (Inserción) Aspecto general y morfología del áfido.

Las crías que nacen de esta manera son genéticamente idénticas a sus madres. Todas son hembras y, además, nacen vivas antes de la puesta del huevo. Cada hembra tiene unas 10 crías y nacen unas pocas cada día. Las hembras de esta nueva generación son ápteras, pero cuando se reproducen, a su vez, por partenogénesis, aparece una estirpe de hembras aladas. Estas hembras pueden volar y colonizar un territorio más extenso. Las habas son las plantas a donde se dirigen con predilección, pero también pueden ir a instalarse en espinacas, cardos, acelgas y en la remolacha azucarera.

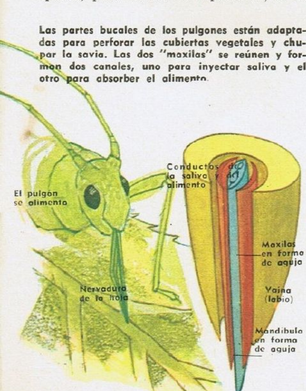
En las plantas atacadas se crían sucesivas generaciones de hembras, a pesar de que el número de hembras aladas varía en las distintas generaciones. Como promedio, nacen de 10 a 20 generaciones cada verano. Al procrear 10 crías por generación, de un solo pulgón pueden derivarse, así, cientos de millones de nuevos insectos. El mal tiempo y los enemigos naturales limitan el número de sobrevivientes.

Hacia el otoño aparecen individuos machos y hembras, capaces de reproducción sexual. Sus células germinales tienen sólo la mitad del número completo de cromosomas. Al fecundarse el óvulo, se produce de nuevo el número completo de cromosomas.

Los machos son alados y, eventualmente, vuelan otra vez al bonetero, desde las plantas herbáceas. Las hembras capaces de reproducción sexual son ápteras y proceden de hembras aladas, cuya reproducción no es sexual, que vuelan a los boneteros. Ponen huevos fecundados y, en la primavera, el ciclo comienza de nuevo.

En realidad, no son conocidas exactamente las causas que motivan esta repentina producción de formas sexuales después del período de partenogénesis. Parece que la luz, la alimentación y la temperatura influyen considerablemente en ello.

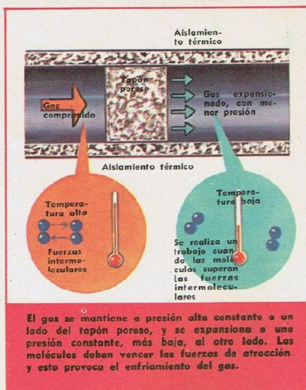
Las partes bucales de los pulgones están adaptadas para perforar las cubiertas vegetales y chupar la savia. Las dos "maxilas" se reúnen y forman dos canales, uno para inyectar saliva y el otro para absorber el alimento.



El maná azucarado que producen en grandes cantidades los áfidos atrae a los hongos, se ennegrece y "quema" las hojas. Para las hormigas, el maná es un alimento valioso. Algunos pulgones que se alimentan en las raíces son, de hecho, pastoreados por las hormigas, que se aprovechan del líquido que producen.



EXPERIMENTO DEL TAPÓN POROSO



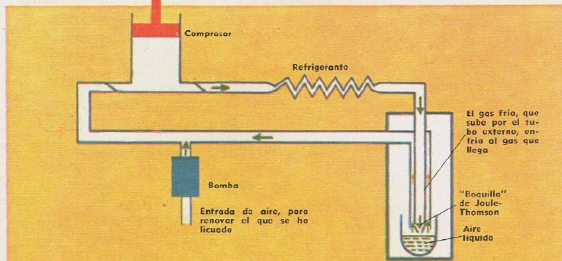
El gas se mantiene a presión alta constante a un lado del tapón poroso, y se expansiona a una presión constante, más baja, al otro lado. Las moléculas deben vencer las fuerzas de atracción y esto provoca el enfriamiento del gas.

Las moléculas de un gas no pueden verse ni siquiera con el microscopio más potente, pero los científicos han llegado a tener una idea bastante clara de cómo son. Ellos saben, por ejemplo, que los átomos que constituyen una molécula están unidos entre sí, y conocen buena parte de la estructura de los mismos átomos. Pero tiene más importancia práctica prever el comportamiento de gran número de moléculas o átomos cuando se reúnen para formar un gas, un líquido o un sólido.

Las propiedades físicas de una sustancia se miden en el laboratorio, y de ellas se derivan las leyes físicas. Estas son leyes *macroscópicas*, pues describen el comportamiento de gran número de átomos y moléculas, tomados en conjunto. El físico y el ingeniero las aplican para averiguar el comportamiento de un producto en distintas circunstancias. También contribuyen a confirmar las teorías científicas acerca de qué procesos tendrán lugar a escala microscópica. Por ejemplo, las propiedades macroscópicas de los gases, los efectos de los cambios de presión y de temperatura, pueden estudiarse en el laboratorio y se describen por las leyes de los gases. Estas leyes ayudan al científico a confirmar el "modelo" teórico microscópico: la teoría cinética de los gases.

De acuerdo con la teoría cinética, las moléculas de un gas están en movimiento constante, y la presión ejercida por él sobre las paredes del recipiente se debe al continuo bombardeo de los átomos y de las moléculas. A partir de esta teoría se pueden explicar las propiedades ordinarias de los gases, enunciadas en una serie de leyes.

Pero hay un factor que no se tiene en cuenta en la teoría cinética sencilla: la fuerza de atracción entre las moléculas del gas. La ignorancia de este factor es causa de faltas de precisión en las leyes de los gases. Sin embargo, los efectos de la atracción entre las moléculas de un gas pueden estudiarse experimentalmente.



En el proceso de Linde, el aire se comprime y el calor de compresión se extrae antes de hacer pasar el aire comprimido a través de una boquilla. La expansión de Joule-Thomson tiene lugar, entonces, enfriando el aire, que asciende por el tubo externo y vuelve al compresor, para repetir el ciclo. Así se puede licuar el aire y recogerlo en forma de aire líquido.

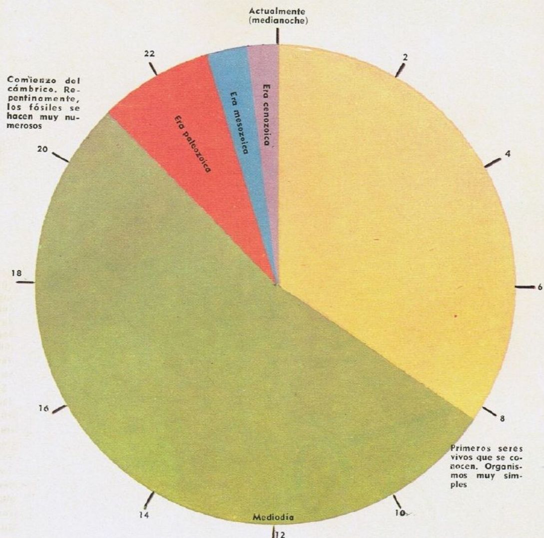
Esto fue realizado por primera vez por James Joule y Lord Kelvin (William Thomson), en una famosa demostración, que en ocasiones se denomina *experimento del tapón poroso*.

En un tubo se coloca un tapon de algodón absorbente o de seda, y se establece una constante diferencia de presión entre uno y otro lado del tapón, de tal forma que el gas es forzado a pasar a través de él, expansionándose a continuación. Todo el aparato está cuidadosamente aislado, de tal forma que el calor no pueda entrar ni salir del tubo. Esta clase de expansión, sin cesión de calor, se llama *expansión adiabática*.

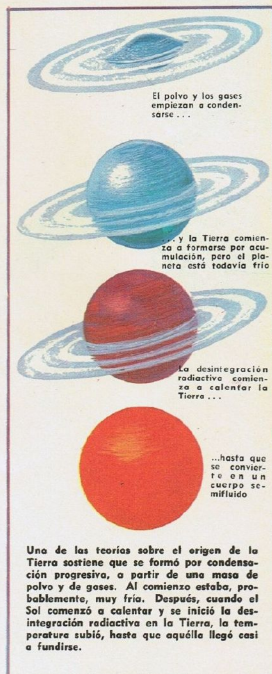
Se descubrió que, para la mayoría de los gases, el resultado de esa expansión era la reducción de la temperatura del gas. La explicación del enfriamiento es la siguiente: al comprimir las moléculas del gas en el lado de mayor presión del tabique poroso, adquieren energía, pero la pierden al expandirse el gas al otro lado del tapón. El proceso de compresión y expansión puede producir un calentamiento o un enfriamiento, según haya una ganancia o una pérdida netas de energía. Además, se pierde energía cuando las moléculas superan las fuerzas intermoleculares de atracción. La caída de temperatura (efecto Joule-Thomson) tiene lugar cuando el resultado de los dos procesos es una pérdida neta de energía.

Después de estos primeros experimentos, otros investigadores los repitieron, usando tapones porosos más eficaces, como los formados por barro cocido y otros materiales. Confirmaron los resultados de Joule y Thomson, pero también comprobaron que no todos los gases producen un enfriamiento a todas las temperaturas. Por ejemplo, el helio y el hidrógeno, al expansionarse a través del tapón, se calentaban a las temperaturas ordinarias, pero se enfriaban al expansionarse si previamente eran enfriados por debajo de la *temperatura de inversión*. Esto ocurre porque hay una *ganancia* neta de energía a las temperaturas más altas (pero no a las bajas), y la ganancia de energía, al expansionarse a través del tapón, es mayor que la pérdida producida por la expansión en dirección contraria a las fuerzas intermoleculares.

RESUMEN ILUSTRADO DE LA HISTORIA DE LA TIERRA

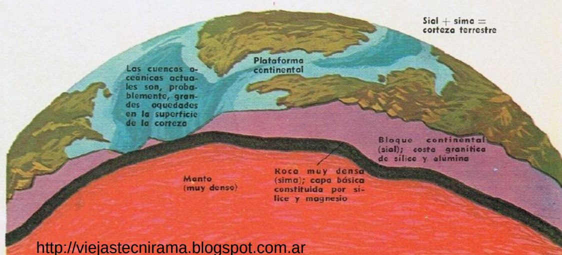


Si toda la historia de la Tierra (4.500 millones de años) se condensase en 24 horas, el período cámbrico, que comenzó hace 600 millones de años, empezaría alrededor de las 21. La vida no aparecería hasta las 8 de la mañana, y se trataría sólo de organismos muy sencillos. A esa escala, el hombre aparecería sólo 15 segundos antes de medianoche.



Una de las teorías sobre el origen de la Tierra sostiene que se formó por condensación progresiva, a partir de una masa de polvo y de gases. Al comienzo estaba, probablemente, muy fría. Después, cuando el Sol comenzó a calentar y se inició la desintegración radiactiva en la Tierra, la temperatura subió, hasta que aquélla llegó casi a fundirse.

La distribución actual de las rocas sólo puede explicarse si la Tierra estuvo algún tiempo en estado semifluido. Las rocas más ligeras (granito, etc.), compuestas principalmente de sustancias en las que abundan el silicio y el aluminio, están en la superficie, formando los bloques continentales. Éstos flotan como enormes balsas sobre rocas más densas, que contienen silicio y magnesio, y que soportan a los océanos. Bajo esas capas se encuentran las del manto y el núcleo, que son todavía más densas. Cuando empezó a formarse la Tierra, probablemente la superficie era muy rugosa, y las cuencas oceánicas, grandes cavidades. En aquel tiempo, la mayor parte del agua estaba en forma de vapor, sobre la superficie.



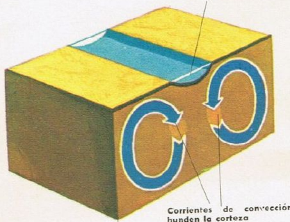


Las primeras rocas que cristalizaron se derivaban de materiales semifundidos y debían ser parecidas a las rocas ígneas actuales, que proceden de materiales fundidos. Al enfriarse la Tierra, las nubes de vapor se condensaron y comenzó a llover. El agua atacó química y físicamente las rocas, y trasportó sedimentos por los ríos. Cuando éstos alcanzaron el mar, comenzaron a depositar las arenas y las gravas, que fueron las primeras rocas sedimentarias.

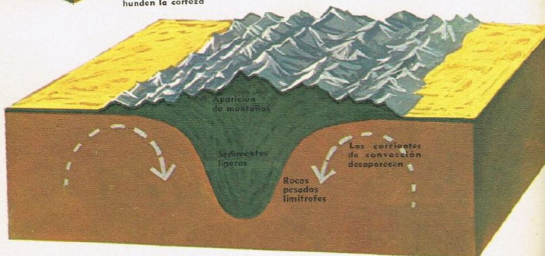
Granito: roca ígnea, formada por enfriamiento, a partir de materiales fundidos

Arenisca gruesa: formada con fragmentos de rocas erosionadas; es una roca sedimentaria

PERÍODO	MILLONES DE AÑOS DESDE SU COMIENZO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Cuaternario	1 - 2	Edad del hielo
Terciario	70	Orogenia alpina Levantamiento de los Alpes y del Himalaya
Cretáceo	135	Formación de calizas
Jurásico	170	Edad de los reptiles
Triásico	200	Gran extensión del clima desértico
Pérmico	230	Orogenia herciniana
Carbonífero	280	Formación del carbón
Devónico	325	Orogenia caledoniana
Silúrico	360	Levantamiento de las tierras altas escocesas
Ordovicense	425	Actividad volcánica
Cámbrico	500 - 600	Avance extenso de los mares Abundantes fósiles



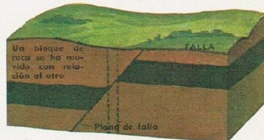
Pero la superficie primitiva de la Tierra ha desaparecido hace mucho tiempo. No se ha encontrado "ningún vestigio del comienzo", como dijo el célebre geólogo Hutton. Las montañas se han formado y destruido muchas veces durante la historia de la Tierra. Los sedimentos de la destrucción de las rocas se acumularon sobre las plataformas continentales y a su alrededor. Estos sedimentos han participado, a veces, en la formación de nuevas montañas. Si se desarrollan corrientes de convección en las regiones profundas y semifluidas de la Tierra, pueden arrastrar los sedimentos hacia abajo, formando los llamados "geosinclinales" (regiones de hundimiento). De esta manera, se forman enormes espesores de sedimentos. Al cesar las corrientes de convección, los sedimentos vuelven a levantarse, por ser más ligeros que las rocas que los rodean. Al ascender, las rocas sedimentadas se comprimen y se pliegan. Muchas de ellas cambian de forma (se "metamorfizan"), especialmente las que se encuentran en la base de las nuevas montañas.



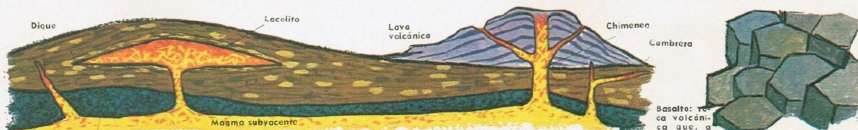




Las tensiones que sufrieron las rocas al formarse las montañas produjeron más plegamientos y "fallas". En éstas, inmensos bloques de roca se desplazaron a lo largo de un "plano de falla", para evitar la presión.



La actividad volcánica está asociada a la formación de montañas. Los movimientos de rocas producen grandes cantidades de calor, funden las rocas y hacen salir el material fluido a la superficie, a través de grietas y chimeneas. A veces, las rocas volcánicas no llegan a la superficie, sino que quedan empapando rocas más antiguas. Las rocas presentan señales de que esto ha ocurrido varias veces en el pasado. Es significativo que hoy las regiones volcánicas estén asociadas con las cadenas montañosas más jóvenes (formadas más recientemente), mostrando que, allí, la Tierra era todavía inestable.

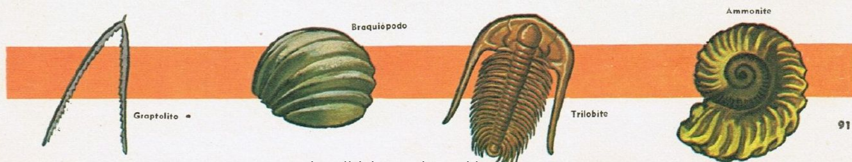


Basalto: roca volcánica que, a menudo, forma columnas hexagonales por contracción al enfriarse

Los rastros de los períodos de levantamiento y denudación de la corteza pueden verse en las "discontinuidades" de las rocas terrestres. Cuando una cadena montañosa ha quedado casi reducida a una llanura por la erosión, el mar puede volver a invadir los plegamientos aplanados y depositar sedimentos sobre ellos. Naturalmente, debe haber un espacio entre las capas, y por eso se llama "discontinuidad".



A lo largo de su historia, la Tierra ha sufrido muchos cambios climáticos. Se sabe que tuvieron lugar edades del hielo antes del período cámbrico, al final del carbonífero y en los últimos millares de años. Los valles se excavaron, y los depósitos dejados por el hielo en movimiento son muy característicos. También han acaecido algunos períodos durante los cuales una gran parte del mundo tenía clima desértico. Las areniscas rojas con granos redondeados son características de la sedimentación por el viento en clima seco. Aunque la vida debe haber existido mucho antes, los hallazgos más importantes de fósiles datan del cámbrico, hace unos 600 millones de años. Desde entonces han aparecido muchas clases de organismos, y otros se extinguieron. Muchos de ellos sirven para la determinación del clima o de las condiciones en que vivieron, por comparación con sus parientes actuales (si es que tienen alguno). También los fósiles son muy útiles para colocar las rocas en su sitio correcto en la escala del tiempo. Los graptolitos de las rocas indican que éstas son paleozoicas, pues aquellos organismos no sobrevivieron después de dicha era.



AJUSTE DE LA DISTANCIA Y DE LA EXPOSICIÓN

Para hacer una buena fotografía deben cumplirse dos condiciones fundamentales: que la imagen esté enfocada netamente sobre la película y que a ésta llegue la cantidad de luz adecuada. Un fotógrafo experimentado puede saber de antemano a qué distancia se encuentra un objeto y cuánta luz debe permitir entrar en la cámara en determinadas condiciones. Para ayuda de los fotógrafos, diversos fabricantes producen *telémetros* y *fotómetros*.

AJUSTE DE LA DISTANCIA

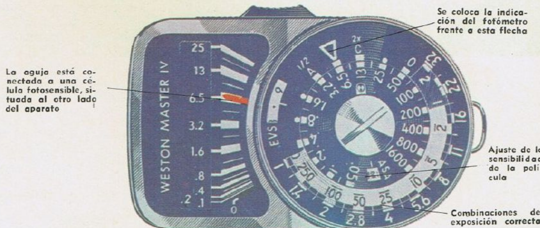
Para que la imagen de un objeto quede bien enfocada en la película, debe conocerse a qué distancia está de la cámara. Entonces puede colocarse el objetivo en la posición adecuada. A veces, la distancia puede ser medida a pasos o con una cinta métrica, pero esto no es siempre posible; por ejemplo, cuando se fotografían animales. No puede esperarse que se queden quietos mientras el fotógrafo se pasea alrededor con una cinta métrica. Los telémetros eliminan esa dificultad.
El telémetro es un instrumento de precisión, con dos "ventanas" para la luz incidente, que calcula la distancia de un objeto midiendo el ángulo entre los rayos luminosos que penetran por las dos ventanas. La luz se refleja, por medio de espejos o de prismas, en el ocular del telémetro, de modo que se produzcan dos imágenes. Uno de los espejos o prisma puede girarse, para que las imágenes coincidan. El ángulo de giro queda indicado en una escala calibrada, en la que se señala la distancia a que se encuentra el objeto. Los telémetros computan distancias de hasta 10 ó 12 metros, pues más allá de esa distancia los rayos son prácticamente paralelos, y los objetos más distantes dan todos la misma medida. Para objetos distantes, la cámara se ajusta a *infinito* (señalado con ∞).
Si se usa un telémetro separado de la máquina, se coloca la distancia medida en el anillo de enfoque. Sin embargo, algunas de las cámaras de calidad tienen *telémetros acoplados*, en los que el espejo o prisma móvil se desplaza al hacer girar el anillo de enfoque de la cámara. El sistema está dispuesto de tal manera que, cuando las dos imágenes coinciden, el objetivo enfoca exactamente el objeto.
Un enfoque inadecuado produce fotografías borrosas, y nada puede hacerse para corregir los resultados. Conviene efectuar una medida precisa; pero, si esto no es posible, debe escogerse una abertura de diafragma pequeña, por ejemplo f 8 o f 11. Probablemente, resultará un fotografía satisfactoria, pues las aberturas pequeñas dan mayor profundidad de foco. Sin embargo, debe aumentarse el tiempo de exposición, para compensar la pequeña abertura.

¿CUÁNTA EXPOSICIÓN?

La cantidad de luz que llega a la película puede controlarse de dos maneras: ajustando el tamaño de la abertura del diafragma o cambiando la velocidad del obturador. Se necesita más exposición cuando el día está nublado que cuando hace mucho sol, a pesar de que la cantidad real de luz necesaria depende de la sensibilidad de la película usada. Para producir una buena exposición, una película rápida necesita menos luz que otra lenta.
Todas las películas se venden con instrucciones para la exposición, pero éstas no son más que una guía aproximada. Las instrucciones como "con sol fuerte use 1/50 de segundo para f 11; en un día nublado use 1/25 de segundo para f 8" son buenas para fotografiar escenas en blanco y negro. Las películas monocromáticas tienen mucha mayor *latitud* que las de color. Es decir que pequeños errores en la exposición no deterioran la fotografía. Sin embargo, para tomas interiores, y especialmente cuando se usa película de color que tiene muy poca latitud, el fotómetro es muy útil.
El medidor de exposición más corriente es la célula fotoeléctrica que contiene el metal *selenio*. Este metal produce electricidad al recibir la luz. La cantidad de corriente producida es muy pequeña, pero se puede medir, y aumenta con la cantidad de luz recibida. Otro tipo de fotómetro es el de *sulfuro de cadmio*, que necesita una pila

EL EFECTO FOTOELÉCTRICO

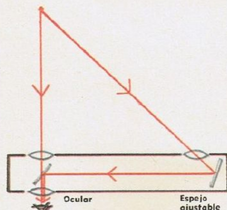
Todos los metales desprenden electrones cuando la luz incide sobre su superficie. Algunos, especialmente el selenio, producen más que otros, y la cantidad de electrones desprendidos es una medida de la intensidad de la luz. El selenio, junto con una película de metal trasparente y una lámina de plomo, están conectados en circuito y, cuando la luz llega al selenio, los electrones comienzan a fluir.
La corriente eléctrica así producida mueve una aguja sobre una escala. En los fotómetros para fotografía, la escala está graduada en números que indican la exposición necesaria.
Los fotómetros de sulfuro de cadmio funcionan de otra forma. El sulfuro de cadmio no produce corriente, pero su resistencia varía con la luz que llega a él. En el circuito hay una pila que brinda una tensión constante. Con la luz, varía la resistencia del sulfuro y, en consecuencia, la intensidad de la corriente (tensión = intensidad × resistencia), influyendo sobre las indicaciones de una aguja, que marca la exposición necesaria.



Fotómetro "Weston". La indicación de la aguja se lleva al disco, colocándola frente a la flecha, y las combinaciones de exposición correcta quedan indicadas allí (por ejemplo, 1/50 de segundo para f 2,8; 1/25 para f 4; etc.).



La medida directa de la distancia, a pasos o con la cinta métrica, es dificultosa y no siempre posible.

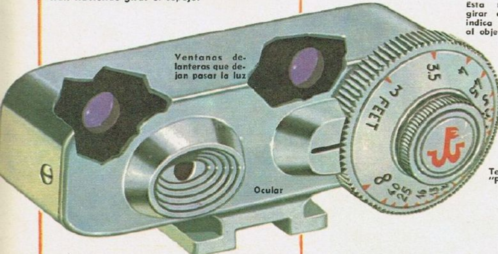


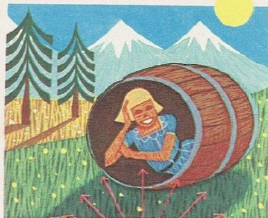
Esquema simplificado de un telémetro. La luz del objeto llega directamente al ojo a través de la ventana izquierda, e indirectamente, por reflexión, a través de la ventana derecha.





Generalmente, cada imagen es la mitad del conjunto, y las dos mitades llegan a coincidir haciendo girar el espejo.







Si el fotómetro se coloca lejos, recibe luz del sol y de los alrededores. El fotómetro marcará mucha luz, pero el tema importante de la foto —la niña— quedará con poca exposición en la foto.





Cuando el fotómetro se coloca cerca, la medida obtenida para la niña será correcta y se obtendrá una buena foto.

eléctrica adicional. La corriente hace que una aguja se desplace en la escala, y la cantidad medida se coloca en la escala de cálculo del fotómetro. Una vez que se ha hecho esto, aparecen indicadas las combinaciones convenientes de abertura del diafragma y velocidad del obturador. La combinación que se elige definitivamente depende de la velocidad del obturador y de la profundidad de foco necesarias. Un objeto que se mueve de prisa requiere una velocidad de obturador grande; pero si hace falta gran profundidad de foco, es necesario utilizar una abertura de diafragma pequeña y, por consiguiente, una menor velocidad del obturador. Cuando usamos un fotómetro, lo primero que debe hacerse es ajustarlo a la sensibilidad de la película, ya que una medida buena para una película puede ser completamente errónea para otra de distinta sensibilidad.

Lo dicho hasta ahora son generalidades para los fotómetros, pero todos ellos tienen instrucciones especiales que deben seguirse. Las indicaciones de los fotómetros se basan en la luz total que penetra en el instrumento. Están calibrados para captar escenas u otros temas en los que no hay fuertes contrastes de luz y sombra, pero no objetos a contraluz. En este último caso, debe acercarse el fotómetro a la parte más interesante de la foto, para conseguir una medida correcta de esa porción.

Muchas cámaras llevan *fotómetros acoplados*, que simplifican mucho el trabajo. No tienen números que deban leerse y ajustar en la escala de cálculo, sino que, simplemente, se ha de hacer coincidir dos indicadores. Un indicador o aguja es el de la célula fotoeléctrica, y el otro está acoplado al anillo de regulación del diafragma. Al ajustar la abertura de diafragma, el indicador se mueve y, cuando coincide con el de la célula fotoeléctrica, la exposición es la correcta. Además, pueden modificarse la profundidad de foco y la velocidad del obturador ajustando *conjuntamente* la abertura y la velocidad. Como en el caso de los fotómetros no acoplados, debe ajustarse previamente la sensibilidad de la película, para obtener una exposición correcta.

Los fotómetros acoplados automáticos realizan todavía más operaciones. El fotómetro detecta la cantidad de luz y ajusta automáticamente la abertura para una velocidad ya escogida. Incluso, los hay que ajustan la velocidad y la abertura automáticamente, de modo que lo único que hay que hacer, antes de oprimir el disparador, es enfocar. El fotógrafo no tiene que preocuparse para nada de la luz.

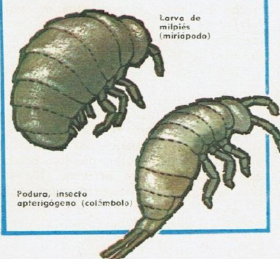
PAIDOMORFOSIS:

ANIMALES NUEVOS A PARTIR DE OTROS ANTIGUOS

En el año 1865, los biólogos quedaron atónitos ante una extraña trasformación. Habían sido llevadas al Jardín Zoológico de París ciertas variedades de salamandras gigantes, llamadas *ajolotes (Axolotl)*. Se sabía que estos animales, de hocico romo, color oscuro y provistos de tres pares de branquias externas plumosas, pasaban toda su vida en agua dulce. A diferencia de los demás anfibios, nunca salían a tierra firme.

Pero los ejemplares de París empezaron a cambiar. Les desaparecieron las branquias externas, así como la cresta de la cola. Por otra parte, les nacieron párpados, y el color de la piel les cambió. En vez de los ajolotes, surgió la conocida salamandra atigrada *(Ambystoma tigrinum)*, anfibio común en regiones orientales de EE. UU. y México. Entonces, se hizo evidente que los ajolotes eran una raza de "larvas permanentes". Llegaban a ser maduros sexualmente, pero nunca perdían ciertas características larvarias. Al principio, la causa de este desarrollo incompleto era un misterio. Hoy se piensa que es la falta de yodo en algunas aguas lacustres de Wyoming, Colorado y México. Se descubrieron más ejemplares de larvas de salamandra que no completan su desarrollo. Algunas, como el perro de agua o cachorro del barro *(Necturus maculosus)* del este de los Estados Unidos, están permanentemente en forma larvaria, que conservan con independencia del medio ambiente.

Las larvas de los miriápodos (ciempiés y milpiés) tienen sólo pocos segmentos y tres pares de patas bien desarrolladas. En este estado, se parecen muchísimo a los insectos. Éstos pueden proceder de esas formas larvarias, por paidomorfosis.

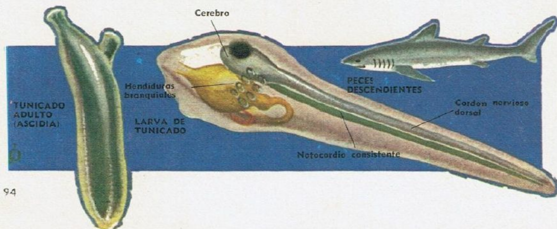


Generalmente, la vida de un animal comienza por una célula fecundada. Por divisiones sucesivas, la célula va produciendo otras, que se ordenan para la producción de los tejidos y los órganos del nuevo ser. Al ciclo completo de ese individuo —desde el huevo, pasando por los estados embrionarios y los inmaduros juveniles— hasta el adulto maduro se lo denomina *ontogenia*. En cualquier etapa del ciclo pueden ocurrir cambios producidos por alteración y recombinación de genes. También pueden cambiar el tiempo y el orden en que se desarrollan los distintos órganos *(heterocronía)*. Por medio del retardo o la aceleración de los procesos del desarrollo, ocurren efectos muy notables en las etapas finales de la vida del animal. Por ejemplo, en el caso del ajolote —que, por otra parte, es sexualmente maduro— pueden conservarse ciertas características larvarias. Esta conservación o persistencia de la forma larvaria es lo que se llama *neotenia*. Los casos extremos de neotenia (o sea, cuando el animal sexualmente maduro tiene características larvarias en todos los otros aspectos) se llaman *paidomorfosis* o *pedogénesis*.

El proceso de la paidomorfosis ha aclarado mucho algunos aspectos de la evolución. En efecto, las antiguas formas de animales pueden producir así otras nuevas. Los descendientes se parecen a su antecesor en los estadios juveniles. Desde el punto de vista de la evolución, hay grandes ventajas en potencia. Una vez que han llegado a ser persistentes los órganos larvarios, tienen más tiempo para desarrollarse, y en ellos pueden aparecer nuevas variaciones. Dado que las características del adulto ya no aparecen, los genes de estos caracteres perdidos están disponibles para producir nuevas variaciones.

Por medio de la paidomorfosis y de la aparición repentina de novedades evolutivas, las nuevas estirpes pueden haberse derivado de las antiguas.

(Izquierda) Tunicado adulto o ascidia, que tiene aspecto de esponja. Sin embargo, su larva se parece a un renacuajo, tiene hendiduras branquiales, un cordón nervioso dorsal y un notocordio. ¿No pudo esa larva haber dado origen a los cordados superiores (por ejemplo, peces) por supresión de la etapa adulta?



POSIBLE ORIGEN DE LOS VERTEBRADOS

Los tunicados *(ascidias, salpas)* son animales pequeños, en forma de barril. Generalmente, viven fijos al fondo del mar, lo que resalta más su aspecto de esponjas o semejantes. Las únicas características notables que pueden verse externamente son una abertura en la parte superior, por la que absorben el

(Abajo) Ajolote, anfibio de México y del oeste de Estados Unidos. Generalmente, el ajolote mantiene su aspecto larvario (por ejemplo, conserva sus branquias externas), incluso cuando llega a la madurez sexual. Sin embargo, se puede desarrollar por completo, convirtiéndose bruscamente en la salamandra atigrada (arriba).



agua (*sifón inhalante*), y otra abertura lateral (*sifón exhalante*), por la que el agua sale al exterior. De esta agua que circula a través del organismo pueden quedar retenidas pequeñas partículas, que son filtradas. En realidad, hay muy poca semejanza entre las larvas de los tunicados y los animales vertebrados, tales como los peces y los anfibios. Sin embargo, los tunicados poseen una larva móvil, que se parece a un renacuajo con una cabeza grande y una cola móvil. Que esta larva sea móvil representa para los tunicados la posibilidad de colonizar regiones nuevas.

La anatomía interna de la larva de los tunicados es muy interesante. A lo largo de la región *dorsal* (superior) existe un cordón duro, pero flexible, llamado *notocordio*. Sobre él hay una cuerda nerviosa hueca, mientras que en la cabeza se encuentra un cerebro rudimentario. Estas son características de todos los vertebrados superiores. ¿Se trata solamente de una coincidencia? Cuando este "renacuajo" se fija finalmente, y se convierte en adulto, esos caracteres desaparecen. Si no fuese porque, mediante la paidomorfosis, la *larva* ha tenido la posibilidad de evitar el posterior desarrollo de adulto, no habría podido dar origen a los primeros vertebrados pisciformes.

LAGUNAS EN LOS HALLAZGOS FÓSILES

La teoría de la evolución, de Darwin, explica cómo los organismos complicados han podido evolucionar a partir de los más sencillos. Teóricamente, debe existir una continua serie de organismos, que liguen las ramas de descendientes con sus antecesores. Los fósiles (restos conservados de animales que han vivido en el pasado) constituyen el campo más propicio para encontrar los "eslabones perdidos". Se han hecho hallazgos interesantes de estos eslabones, pero, en general, son raros los animales que ligan entre sí las grandes divisiones zoológicas.

Si, como es probable, la paidomorfosis ha desempeñado un papel en la evolución, podría explicar la existencia de esos "eslabones perdidos". En efecto, la paidomorfosis *requiere* que haya lagunas entre los fósiles. Al retardar el proceso del desarrollo, pueden producirse modificaciones bruscas. No serían necesarios millones de años para la evolución, ya que no habría sólo cambios progresivos. La discontinuidad entre anélidos y moluscos puede explicarse, probablemente, por paidomorfosis. En algunos casos hay pruebas fósiles de la paidomorfosis. Los estadios juveniles del trilobites, que se conservan en las rocas, tienen un aspecto parecido al de trilobites adultos más modernos. Pruebas parecidas se encuentran para los graptolitos y ammonites fósiles.

LA PAIDOMORFOSIS Y EL HOMBRE

El embrión de los monos antropoides tiene las siguientes características: elevado peso del cerebro, en comparación con el resto del cuerpo, poco pelo y cara plana. Además, el *foramen magnum* (orificio por el que la columna vertebral se articula con la cabeza) tiene una posición delantera, debajo del cráneo. Debido a ello, la cabeza está equilibrada, en posición más vertical que en los monos adultos. ¿No nos son familiares esos caracteres? Son precisamente los que distinguen al hombre. Este gran parecido entre el hombre y los fetos de mono es, con probabilidad, algo más que una coincidencia. Parece muy posible que, en un pasado remoto, la conservación de caracteres embrionarios, con la consiguiente desaparición de otros especializados del adulto, llevó al entroncamiento de la estirpe humana con un antepasado antropoide.

TEORÍA DE LA RECAPITULACIÓN

En 1886, Haeckel lanzó su teoría de la recapitulación o ley biogenética. "El ciclo biológico de un individuo —decía Haeckel— recapitula la historia biológica de sus antecesores." Por ejemplo, el embrión del hombre pasa, desde el estado unicelular, a través de estadios que recuerdan a los peces, anfibios y reptiles. Se ha comprobado que la teoría de Haeckel es completamente falsa. El embrión humano nunca tiene semejanza con ningún otro animal que haya existido. Pero, sin embargo, el embrión se parece a los de otros vertebrados, lo que denota un cierto parentesco. Hay ejemplos ocasionales que parecen apoyar la teoría de Haeckel. A veces, órganos propios del adulto pueden aparecer en los primeros estadios de un descendiente. Esto se debe a otro proceso de heterocronía, llamado "aceleración". Al revés que la paidomorfosis, la aceleración carece de importancia evolutiva.

Con frecuencia, las características embrionarias persisten en el adulto, con desarrollo y cambios progresivos, constituyendo un proceso de heterocronía llamado "desviación". Cuando los órganos que funcionan en los estadios juveniles se pierden en el adulto (por ejemplo, la cola de las ranas), el proceso se llama "reducción".



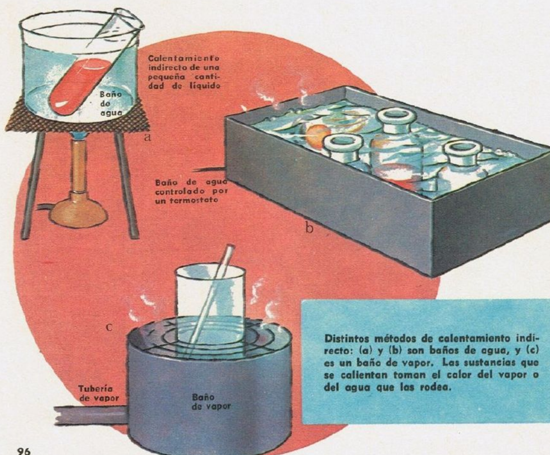
(Izquierda) Las plumas del avestruz se parecen al plumón de los polluelos de otras aves. Se trata probablemente de características neoténicas. Lo mismo ocurre, quizá, con las orejas colgantes de muchos perros domésticos, que se parecen a las de los cachorros de lobo.

CALENTAMIENTO DE SUSTANCIAS EN EL LABORATORIO

Hay muchas maneras de calentar las cosas en la cocina: asar en el horno, hervir, pasar al vapor y freír, por no mencionar más que unas pocas. En este aspecto, los laboratorios son semejantes a las cocinas. De la misma forma que un cocinero, el químico debe utilizar el calor de distintas maneras, para obtener diversas reacciones químicas.
El mechero Bunsen es la fuente de calor más utilizada. Si sólo se necesita calentar o hervir una pequeña cantidad de líquido, puede hacerse poniéndolo en un tubo de ensayo y moviéndolo lentamente sobre la llama del mechero Bunsen. Al mover el tubo, girándolo, se mantiene la agitación del líquido, evitándose que sea proyectado fuera. Como el extremo del tubo puede calentarse demasiado, es mejor sujetarlo con una pinza especial.

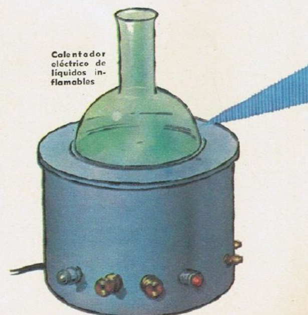
Los recipientes mayores se colocan sobre trípodes, intercalando previamente una tela metálica o *rejilla,* que evitará el contacto directo de la llama. La rejilla contribuye a que el calor se extienda uniformemente por toda la base del recipiente. El líquido puede agitarse de tiempo en tiempo, o pueden añadirse algunos trozos de material poroso, para evitar que burbujee violentamente y salpique, saliendo del recipiente.
Este procedimiento es muy sencillo y casi todos los líquidos se calientan así. Sin embargo, usar la llama de esta forma puede acarrear distintos inconvenientes para algunas sustancias. La llama directa, aun utilizando la rejilla, nunca produce un calentamiento uniforme, ya que sus distintas partes están a diferentes temperaturas.

El calentamiento en un baño de agua es mucho más uniforme. El tubo de ensayo o el matraz pueden rodearse de agua hirviendo o a una temperatura inferior. Fijar la temperatura del agua a 100° no presenta ningún problema y se trata, simplemente, de mantenerla hirviendo. Para temperaturas más bajas, es mejor usar un baño de agua controlado por un termostato. La resistencia de calentamiento corta el circuito por sí sola cuando la temperatura se eleva demasiado, y vuelve a cerrarlo cuando ésta desciende. Los termostatos de baño de agua pueden usarse para mantener matraces y otros recipientes a temperatura constante durante horas, días o semanas enteras.
Otra ventaja del baño de agua es que la sustancia que se calienta queda aislada de la llama directa. Cualquiera que intente calentar benceno o tolueno en un tubo de ensayo, poniéndolo directamente sobre la llama, tiene muchas probabilidades de quemarse o de provocar un incendio. Esos líquidos son muy inflamables y deben mantenerse lejos de toda llama. No sólo deben calentarse sobre resistencias eléctricas, sino que todos los mecheros Bunsen de los alrededores deben mantenerse apagados, ya que los

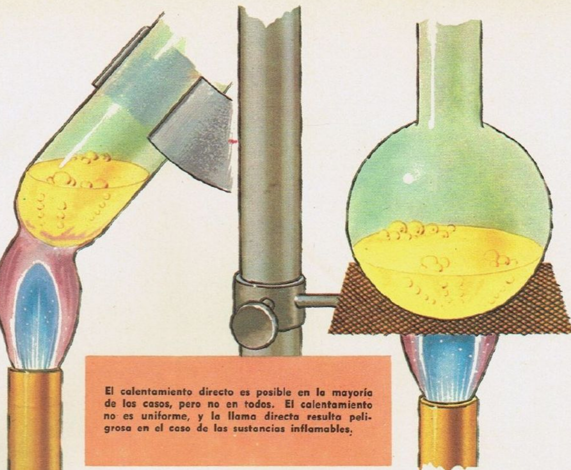


Distintos métodos de calentamiento indirecto: (a) y (b) son baños de agua, y (c) es un baño de vapor. Las sustancias que se calientan toman el calor del vapor o del agua que las rodea.

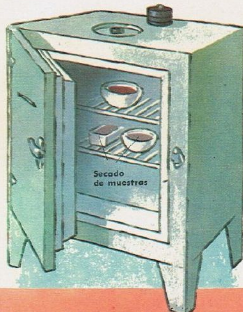
Los calentadores eléctricos son usados cuando se trata de líquidos inflamables. Para evitar los incendios deben mantenerse apagados los mecheros Bunsen cercanos.



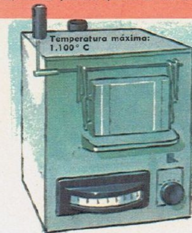
vapores de esas sustancias pueden inflamarse muy fácilmente. La misma regla se aplica a numerosas sustancias orgánicas.
Muchos laboratorios tienen un servicio general de vapor para alimentar los diversos baños, que son recipientes con tapas formadas por anillos de metal. Si se quitan uno o varios de éstos, queda una abertura circular más o menos grande. En el laboratorio químico, la principal aplicación de los baños de vapor está en el análisis gravimétrico, o análisis por medio de la pesada. Un metal, precipitado de una solución en forma de compuesto insoluble, debe filtrarse, secarse y pesarse. Con frecuencia, los cristales son demasiado pequeños, existiendo el riesgo de que pasen a través del filtro y se pierdan. Si se deja el recipiente en un baño de vapor durante varias horas, los cristales pueden aumentar de tamaño. Al tener el precipitado una granulación más gruesa, los resultados analíticos son mejores. Si no se encuentra a presión, el agua no puede ponerse a temperaturas superiores a 100°. Sería una complicación innecesaria utilizar recipientes bajo presión, ya que existen líquidos cuyo punto de ebullición es más alto que el del agua. Para temperaturas superiores a 100° se calienta en un baño de aceite. Así se consiguen buenos resultados —incluso para temperaturas muy superiores a 100°—, utilizando los mismos recipientes que para el baño de agua.
Los baños de aceite se usan para la determinación del punto de fusión de muchos sólidos. Se calienta una pequeña muestra del sólido en un tubo capilar, haciendo subir gradualmente la temperatura del baño de aceite. La temperatura a la cual el sólido funde de pronto es el punto de fusión. A veces, resulta incómodo usar el aceite. Para preparar algunas sustancias orgánicas, la base del matraz se rodea con arena caliente; se trata del *baño de arena*. Existe la ventaja adicional de que la arena absorbe el líquido si el matraz se rompe.
En la mayoría de los laboratorios hay estufas, o sea, armarios metálicos calentados por resistencias eléctricas. Algunas de ellas pueden regularse a temperaturas relativamente bajas, para el cultivo de hongos o de bacterias. Existen estufas en las que es posible regular la humedad y la temperatura. Estas estufas se usan para imitar un clima determinado, y pueden servir para averiguar cómo se comportarían determinados materiales en esas condiciones.
Para desecar un precipitado húmedo, las estufas de desecación suelen graduarse a poco más de 100°. Por lo general, se emplean para secar completamente los productos sin quemarlos. Para que ocurra esto último debe utilizarse una temperatura más alta, que se consigue con un *horno de mufla*. Las estufas de desecación se emplean mucho para eliminar completamente el agua presente en las muestras que deben pesarse en el curso de una determinación analítica. Si queda agua en las sustancias, el análisis dará resultados falsos. No debe aumentarse demasiado la temperatura de desecación, ya que las muestras pueden oxidarse o carbonizarse. Esto también sería perjudicial para el análisis. Por tanto, para que se desequen, las sustancias húmedas se dejan en la estufa todo el tiempo necesario, que puede durar desde una noche hasta algunos días. En las estufas hay un dispositivo especial, que arrastra el vapor de agua al exterior e impide que se condense nuevamente. Cuando los períodos de desecación son largos, se necesitan estufas bastante grandes, capaces de contener varias muestras en distintas fases de desecación. Las muestras pueden estar colocadas en cápsulas de porcelana, en filtros de porcelana o en filtros de vidrio. No hay inconveniente en colocar recipientes de vidrio en las estufas de desecación controladas por un termostato, pues la temperatura no sube lo suficiente como para fundirlos.
Sin embargo, los recipientes de vidrio no deben colocarse nunca en los hornos de mufla, pues, al subir la temperatura, el vidrio se funde, goteando y esparciéndose por el interior del horno. El vidrio fundido deteriora todos los experimentos posteriores si no se elimina, pero es muy difícil quitarlo.
El espacio disponible en los hornos es mucho menor que en las estufas, debido a que, normalmente, sólo se quema una muestra cada vez. A menudo, las muestras se envuelven en papel sin cenizas, para evitar que una parte de ellas se vaya en forma de humo. El papel protege las muestras en los primeros momentos de la carbonización, sin dejar cenizas indeseables una vez que se ha quemado por completo.



El calentamiento directo es posible en la mayoría de los casos, pero no en todos. El calentamiento no es uniforme, y la llama directa resulta peligrosa en el caso de las sustancias inflamables.



Estufa que se utiliza para desecar las muestras sin quemarlas. Puede graduarse a 100° C, 200° C y 300° C. (Abajo) Horno de mufla, donde pueden quemarse las muestras.



NUEVOS MÉTODOS AGRÍCOLAS

La agricultura consiste en el cultivo de la tierra, para que produzca alimentos que se consumen directamente, como las hortalizas y los cereales (agricultura propiamente dicha), o indirectamente, sustentando con ellos a los animales, que, a su vez, proporcionan elementos nutritivos, como la leche, los huevos y la carne (ganadería). Actualmente, se practican nuevos métodos para aprovechar de manera más eficaz el campo y sus recursos.

GANADERÍA

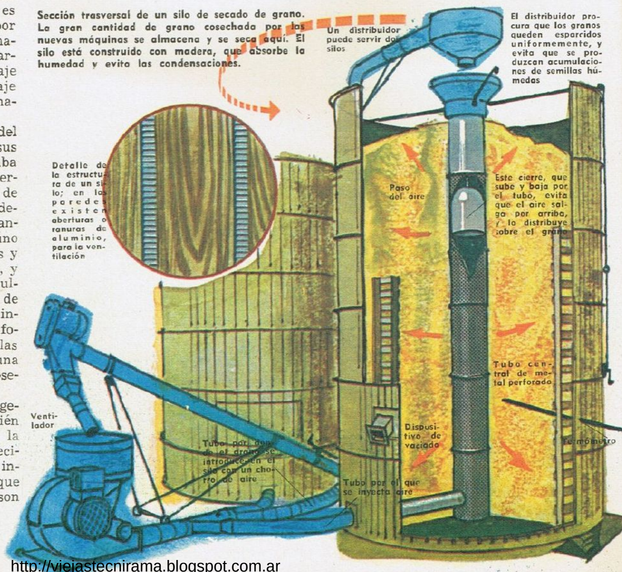
El primer avance de la ganadería fue el paso de la caza a la cría de animales, cuando el hombre se dio cuenta de que era más ventajoso criar y promover el crecimiento de sus propios animales, que vivir de la captura de las especies salvajes. Actualmente, en una sociedad superpoblada como la nuestra, sólo es posible satisfacer las necesidades por medio de sistemas artificiales de ganadería. Es indispensable que cada parcela de terreno produzca tanto forraje como sea posible, y que este forraje sea convertido en alimentos de la manera más económica.

Hasta hace 30 ó 40 años, el sustento del ganado de una finca se basaba en sus pastos permanentes, y se consideraba delito destruir la preciosa cubierta verde de los prados. Hoy, gran mayoría de los pastos es pradera temporal, es decir, terreno arado y sembrado con plantas forrajeras que pueden durar de uno a cuatro años. Al sembrar gramíneas y leguminosas que crecen rápidamente, y usar fertilizantes artificiales, el agricultor puede producir mayor cantidad de forraje con mejor valor nutritivo; incluso, planificar y cultivar plantas forrajeras de modo que los animales las consuman por turno, consiguiendo una producción escalonada, en vez de cosecharlas todas al mismo tiempo.

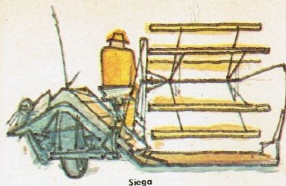
El desarrollo de nuevas variedades genéticas de plantas ha tenido también mucha importancia, sobre todo en la prolongación de la temporada de crecimiento. Tiende a reducirse el lapso invernal de la escasez de pastos, porque cada vez duran más en otoño y son más tempranos los primeros brotes en primavera. Esto es particularmente beneficioso para la producción constante de leche, que se basa en la disponibilidad de hierba fresca. Las nuevas combinaciones —como, por ejemplo, la de trébol y *"ray - grass"* o la de alfalfa y *"ray - grass"*— proporcionan buenas cosechas en las que antes eran tierras pobres e improductibles.

Después de la guerra, también se han hecho grandes progresos en la producción de forrajes de invierno. Por ejemplo, las técnicas de henificación experimentaron un cambio revolucionario. Las *empacadoras* lograron que el trasporte y almacenamiento de los forrajes sean muchísimo más fáciles que cuando había que manejarlos sueltos. Las fábricas de maquinarias agrícolas han producido una serie de mecanismos que aceleran la henificación (es decir, el secado y "maduración" de la hierba cortada). Las máquinas *removedoras*, que dan vuelta el heno que está secándose, son un invento relativamente antiguo y suplen el trabajo de varios obreros provistos de horquillas. Otras máquinas más modernas son las *trituradoras* —que rompen o aplastan los tallos de hierba, contribuyendo a que la humedad se evapore— y los distintos desecadores, para ventilar las parvas de heno y permitir que el aire circule por ellas.

El *ensilado* ha sido otro de los métodos perfeccionados. En vez de dejar secar la hierba para que se henifique, ésta se recoge fresca, se mezcla con melazas y se coloca, en capas, en un silo o fosa. El producto resultante, a pesar de su fuerte olor, es muy apreciado por las vacas. La difusión del ensilado ha dado



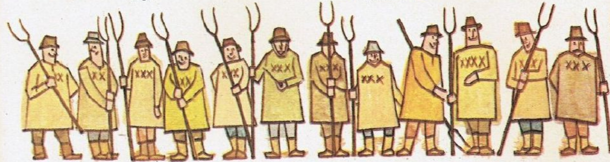
Sección trasversal de un silo de secado de grano. La gran cantidad de grano cosechado por las nuevas máquinas se almacena y se seca aquí. El silo está construido con madera, que absorbe la humedad y evita las condensaciones.












La recolección de 40 hectáreas solía ocupar a 12 hombres durante 6 ó 7 semanas, además de otras 2 ó 3 semanas para la trilla.






Hoy día, 2 hombres, con una cosechadora, tardan 2 semanas en recoger la misma cantidad de cereal, que queda seca y almacenada perfectamente.

origen a una de las más modernas máquinas agrícolas: la *cosechadora de hierba*. Arrastrada por un tractor que, además, proporciona la energía, la cosechadora emplea mecanismos de trilla, en forma de cadenas, para cortar y machacar la hierba, enviándola después, por medio de un chorro de aire, a un remolque de paredes altas. Esta máquina ha evitado una gran parte del trabajo que suponía el ensilado de la hierba. Con las nuevas praderas cultivadas de gran producción, que tienen hierba muy alta, la costumbre de dejar pastar el ganado en libertad es un derroche, pues el ganado pisotea una gran parte de la hierba o la troncha.

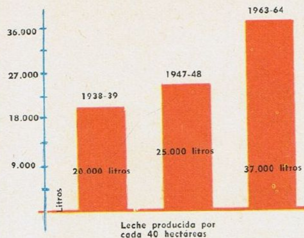
Una de las soluciones es el pastoreo controlado o en fajas, que es una modalidad del que se realiza para aprovechar algunas plantas forrajeras de invierno. Cada día, los animales pueden entrar en una faja del pasto si éste tiene el tamaño adecuado, y lo consumen hasta agotarlo. El resto de la pradera no sufre daños. Por lo general, para dividir esas fajas de pradera se usa una cerca eléctrica portátil. Pero, actualmente, se tiende a la eliminación completa del pastoreo. Esta innovación, que nació en los Estados Unidos, consiste en llevar el forraje verde a los animales, en vez de la práctica habitual, que es la inversa. Por medio de una cosechadora de forraje, las plantas se van recogiendo a medida que hacen falta, sin desperdiciar nada. Además, de esta forma se suministran a los animales raciones conocidas, con lo que resultan cocientes alimenticios de trasformación más económicos. Este procedimiento se efectuó con el ganado vacuno, tanto para la producción de leche como para la de carne. En el caso de la carne se han hecho muchos esfuerzos para descubrir, por medio de experimentos, de qué forma puede producirse con más rapidez y economía.

Tradicionalmente, el proceso de producción de carne, en muchos países, duraba 2 años y, a menudo, intervenían dos ganaderos distintos —el criador y el engordador—, por los cuales pasaba sucesivamente el ternero. Los nuevos métodos aceleran el proceso y lo intensifican. En vez de alimentarse y engordar con una dieta básica de hierba y heno, los terneros reciben raciones concentradas de cebada, con la adición de piensos compuestos manufacturados y suficientes fibras (heno, etc.), para que la digestión sea normal. Este método de cría intensiva produce carne más tierna en el primer año, pero a veces es criticado, argumentándose que la carne resulta fofa y tiene poco sabor. Actualmente, la cría con piensos de cebada se practica más con los animales mixtos (por ejemplo, los terneros de vacas de leche) que con los dedicados sólo a la producción de carne de mejor calidad.

Los sistemas de "producción" para la cría de terneros se basan en métodos intensivos análogos, que se proponen la mayor conversión posible de materias vegetales en carne. Estos métodos, cuyo fundamento consiste en medidas y mezclas cuidadosas de raciones, fueron iniciados por los criadores de ganado porcino, cuyos animales, tradicionalmente, permanecen estabulados y se alimentan de concentrados y harinas, en vez de buscar su alimento por sí mismos. Así como los métodos intensivos de ganadería pueden tener una importancia creciente en la producción de carne de vaca, ternera y cerdo, es dudoso que lleguen a extenderse al ganado lanar. Las ovejas son animales que pastan de manera más eficaz que el ganado vacuno y que, generalmente, se mantienen en tierras marginales, es decir, pastos de colinas, matorral y suelos de calidad inferior, que no se prestan al cultivo.

AGRICULTURA

Uno de los factores que influyó más en el aumento del rendimiento de los cereales ha sido el uso de la cosechadora.



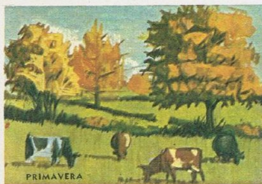


En Europa, la producción de leche ha ido aumentando considerablemente, de acuerdo con el esquema de la izquierda. Distintos factores intervinieron en ese aumento, desde la mejora de animales y vegetales hasta la dosificación cuidadosa de los piensos.

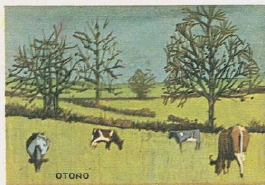
Los métodos anteriores (siega por medio de una máquina segadora-agavilladora, trasporte de las gavillas y trilla posterior) necesitaban mucha mano de obra y requerían un tiempo favorable, que no siempre se presentaba. La cosechadora reduce la recolección a una sola operación, y su manejo requiere pocas personas.

Los continuos perfeccionamientos de las cosechadoras hicieron necesaria una revolución en los tratamientos de los cereales cosechados. Al ser trillado inmediatamente, el grano no se seca tanto como si hubiese estado extendido en parvas. Los granos de cereales pueden ser almacenados de una forma segura solamente cuando contienen menos del 16 % de humedad; por encima de este porcentaje se producen fermentaciones, aumento de la temperatura y, ocasionalmente, la descomposición del grano. La desecación de éste se hizo necesaria en las grandes fincas, donde las cosechadoras son rentables. Al mismo tiempo, el manejo de enormes cantidades de grano llegó a ser un problema grave. Si se eliminan los sacos y se maneja mecánicamente la semilla, el trabajo ahorrado es inmenso. Por tanto, se ha puesto en uso un equipo completamente nuevo, en el cual figuran remolques con mecanismos hidráulicos, para acarrear el grano; trasportadores sin fin, para su traslado a los almacenes, y enormes silos, con capacidad de 50 ó 60 toneladas, en los que el aire puede desplazarse de forma que disipe el exceso de humedad.

Una novedad bastante prometedora, en este campo, es el llamado almacenamiento *húmedo*, que consiste en colocar el grano en los silos cuando todavía está húmedo; las primeras fases de la fermentación producen anhídrido carbónico, que remplaza al oxígeno entre los huecos dejados por los granos, impidiendo que el cereal continúe deteriorándose. Por supuesto, este método puede tener muchas aplicaciones, especialmente si los experimentos que se realizan en la actualidad fructifican y demuestran que la facultad de germinar de los granos no se altera.



La mejora genética de las plantas permite que la temporada de producción de la hierba se prolongue cada vez más. Como consecuencia, se reducen las necesidades de piensos de invierno. Las nuevas variedades de pratenses duran más en otoño y comienzan antes en primavera.



El segundo factor importante ha sido la utilización de fertilizantes artificiales, que acabó con la práctica tradicional de los barbechos en algunas zonas cerealistas. Durante unos 200 años, la agricultura cerealista tuvo que recurrir a una rotación de cultivos con otras plantas y dejar "descansar" la tierra (barbecho), para recuperar el nitrógeno y otros elementos absorbidos por la cosecha. La única solución era el empleo intensivo de grandes cantidades de estiércol, lo cual no es muy práctico para el cultivo a gran escala. Este sistema ha cesado con el empleo de fertilizantes artificiales. Con su uso, es posible, actualmente, la producción continua de mejores cosechas de cereales, año tras año, sin el peligro de agotar la tierra. Al mismo tiempo, el uso creciente de herbicidas químicos contribuye a mantener las siembras "limpias" de malas hierbas.

En el futuro, la agricultura se apoyará cada vez más en los hallazgos científicos, para analizar y resolver las deficiencias del suelo, proporcionar fertilizantes químicos, pesticidas y herbicidas, así como para crear variedades más productivas de cereales más resistentes a las enfermedades. Al mismo tiempo, los ingenieros agrónomos proyectarán mejores máquinas, capaces de realizar las operaciones más de prisa, ahorrando esfuerzo e independizando al agricultor, cada vez más, del clima.



El cultivo de raíces forrajeras revolucionó la ganadería hace unos 300 años, permitiendo que el ganado vacuno siguiera produciendo durante los meses de invierno. La revolución ha continuado: hoy día se ensilan forrajes, y el heno se consigue más rápidamente con maquinaria más eficaz.

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

CAPITAL NECESARIO PARA MONTAR UNA INDUSTRIA

En casi todos los números de TECNIRAMA se describieron diferentes procesos industriales, con explicaciones detalladas sobre los diversos problemas técnicos que presentan. Pero hasta ahora no se publicó nada sobre un tema tan interesante como el de la Economía Industrial, aspecto importantísimo de cualquier proyecto, que determina cuándo una instalación es rentable o no y, por tanto, si puede montarse.
Para vender un producto determinado es necesario que tenga calidad, pero a un precio competitivo, que permita, además, una ganancia suficiente.
El precio del producto, para una determinada fabricación, depende del capital necesario para montar y poner en marcha la industria.
El capital que hay que desembolsar se puede dividir en dos clases: **Capital Inmovilizado** y **Capital Circulante.** El primero es aquel que no tiene representación física en dinero; se puede subdividir en otras dos clases: **Primario o Físico** y **Secundario o Directo.**
El Capital Primario está compuesto de los elementos típicos de fabricación, es decir, la maquinaria, los aparatos, grandes instalaciones y sus aislamientos, así como los instrumentos de control de la temperatura, presión, etc.
Además de las partidas anteriores, el montaje de una fábrica exige otros gastos: los de **Proyecto y Construcción.** La suma de estos gastos más el Primario constituye el Capital Secundario.
Existen, además, los gastos de la empresa montadora que va a realizar la obra y los **Imprevistos;** en este último valor se debe tener en cuenta, incluso, hasta la depreciación de la moneda. Sumando estos valores obtenemos el Capital Inmovilizado.
Todavía se necesita algún dinero más para iniciar la fabricación. En efecto, se precisan materias primas, personal, etc. El capital que se invierte en estos capítulos constituye el **Circulante**, que suele dividirse, a efectos financieros, en **Capital Realizable** y **Capital Disponible.** El primero es el necesario para poner en marcha la fabricación, es decir, para comprar materias primas, elementos técnicos, etc. El Disponible es el que se precisa mantener en caja.
Todas estas partidas forman el capital total de la Empresa o Sociedad.
Para calcularlo, y deducir también el precio de venta de las materias a fabricar, existen varios métodos. Uno de ellos, quizá el de mayor exactitud, se basa en el proyecto de la instalación. El proyecto terminado permite conocer fácilmente el Capital Primario, pues están especificados todos los aparatos y maquinaria, cuyos precios se pueden averiguar por gestión directa. Los gastos por honorarios de Proyecto y de Construcción se deducen fácilmente, porque suelen existir tarifas oficiales.
Generalmente, se suele hacer un Anteproyecto, por el que se paga un 3,5 % del Capital Físico; en caso de ser aceptado se encarga el Proyecto, por el que se pagan honorarios del 7 % del mismo capital. Finalizado éste, la Sociedad puede encargar su dirección a un técnico distinto del que lo ha elaborado; los honorarios por dirección de obra son otro 7 % del Capital Físico.
La mayoría de las veces se realiza una Inspección Técnica, por la que se paga un 3,5 %, y una Inspección Administrativa, que importa otro 3,5 %. Por último, suele encargarse una inspección final a una Comisión que cobra el 30 % del proyecto, lo que supone el 2,1 % del Capital Físico. El total obtenido por estos gastos se eleva al 26,6 % del Capital Físico.
A continuación, se evalúa la contratación, lo que se hace en función de lo anterior y oscila desde el 4 al 14 %.
Los impuestos tienen que absorber los errores de las anteriores evaluaciones, y se calculan entre un 10 y un 25 % del Capital Secundario.
Todos estos cálculos permiten averiguar el Capital Inmovilizado de la Empresa. El Capital Circulante suele ser el 10-15 % del Inmovilizado.

CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

PLANTAS MEDICINALES

¿Podrían informarme sobre las virtudes terapéuticas de las plantas carqueja, escaramujo y milenrama? J. C. M.

La **carqueja** (**"Baccharis trimera"**) es una compuesta a la que la terapéutica popular le asigna propiedades medicinales beneficiosas en ciertas afecciones. Suele emplearse —mezclada con hojas y flores de otras plantas, como la peperina, el saúco y la manzanilla— en infusiones estomacales y antiespasmódicas. También se toma como colagogo. No obstante eso, la medicina seria no siempre la aprueba ni le reconoce propiedades terapéuticas eficaces. Refiriéndose a la carqueja, el sacerdote Martín Sarmiento O.S.B. publicó, en 1788, una obra titulada "Disertación sobre las eficaces virtudes y uso de la planta llamada carquesa".
Otros autores le asignan virtudes depurativas de la sangre por medio del sudor.
El **escaramujo** no es otra cosa que el rosal silvestre (**"Rosa canina"**). Es un arbusto sarmentoso de 1 a 3 m. de altura, con tallos llenos de aguijones; las flores se componen del cáliz, con cinco sépalos desiguales, y la corola, con cinco pétalos anchos y escotados en su extremo, siendo el color de éstos blanco o rosado; la urna del cáliz crece y madura en forma de peonza, para constituir el fruto. Se cría en setos y ribazos, así como en las laderas de escaso arbolado.
Desde el Renacimiento, de esta planta se utilizan, con fines terapéuticos, las raíces, hojas, pétalos y frutos.
Por su riqueza en tanino, las raíces y otras partes son usadas como astringente. El agua de rosas elaborada con sus pétalos tiene propiedades oftálmicas. Lo más utilizado de esta planta es el fruto o escaramujo propiamente dicho, que tiene grandes virtudes antiescorbúticas por su extraordinaria riqueza en vitamina C; también se le asignan propiedades diuréticas, sin temor a que su uso prolongado afecte los riñones; estas propiedades parecen radicar, especialmente, en los frutícolos duros que encierra el fruto. Sin embargo, el uso indiscriminado de estos frutícolos afecta el sistema nervioso y el corazón, que puede llegar a pararse; por ello, es necesario consultar con un médico antes de consumirlos.
La raíz se usa en cocimiento, a razón de unos 80 g. por litro y medio de agua, que hervirá hasta quedar reducida a un litro. El cocimiento de hojas se prepara análogamente.
Los frutos en sazón suelen comerse frescos, para no destruir la vitamina C; una vez eliminados los pelos y granos del interior, se machacan hasta reducirlos a pulpa y se añade su propio peso de azúcar, para elaborar una mermelada en frío, que resulta agradable.
El cocimiento de los frutos, aunque con poca vitamina C, sirve como diurético y astringente. Otras veces se prepara un licor, de la forma siguiente: se miden un litro de caramujos, tres litros de alcohol de vino y ½ Kg. de azúcar cande, y se ponen en maceración durante un mes, en un lugar templado; seguidamente, se filtra, y el aguardiente obtenido se diluye con agua, a gusto del paciente; resulta un licor fortificante.
La **milenrama** (**"Achillea millefolium"**) también se denomina **mil hojas, hierba de Aquiles, hierba de las heridas, flor de la pluma, hierba meona,** etc. Es una hierba vivaz, con la cepa oblicua, de la que parten ramitas rastreras blanquecinas; los tallos suben derechos y alcanzan una altura de 60 cm. Las flores forman cabezuelas pequeñitas en el remate de los tallos. Las hojas de esta planta son amargas y aromáticas.
La milenrama se cría en las laderas y collados de tierra baja, y se colectan las sumidades floridas, que se desecan a la sombra lo más rápidamente posible.
Sus aplicaciones médicas se remontan a los griegos. Es una excelente vulneraria, es decir, sana las heridas y restaña la sangre.
Además, sirve para restablecer la normalidad menstrual y como estimulante antiespasmódico y antihemorroidal. También se han descrito propiedades hipotensoras y digestivas. Su acción sobre las hemorroides es notable; actúa directamente sobre los nervios y los vasos del recto, resultando astringente, tónica y sedante.
Con las flores se hace una infusión de uso general (para beber o aplicar sobre las heridas), a razón de unos 30 g. por cada litro de agua. Es conveniente administrar la infusión recién hecha; se suelen tomar tres tazas al día: por la mañana y después de las comidas principales.



CORREO DE LECTORES

También se elabora un vino de milenrama dejando en maceración 30 g. de flores con 1 litro de vino blanco generoso, durante una semana, al cabo de la cual se filtra. Se toma una copa de este vino antes o después de las comidas, según se deseen obtener resultados de aperitivo o de tónico digestivo.
El licor de milenrama se prepara con unos 80 g. de sumidades floridas y un litro de alcohol vínico, rebajado al 30 %. Se coloca en una botella bien cerrada y, durante nueve días, se deja expuesto al sol y al sereno, agitándola todos los días; posteriormente, se filtra al amanecer (antes de que salga el Sol), se endulza a gusto del paciente y se toma una copita después de las comidas.
A todos los lectores interesados en terapéutica vegetal les aconsejamos el libro del Dr. Font Quer, químico y farmacéutico español, titulado "Plantas medicinales".

Y PARA CONCLUIR...

LA FILTRACIÓN EN EL LABORATORIO

Para separar sólidos de líquidos o de disoluciones líquidas, la filtración es un medio más perfecto que la simple decantación.
La mezcla de sólido y líquido que se quiere separar se vierte sobre un material poroso, que recibe el nombre de **filtro** (generalmente, es papel poroso); el líquido y las sustancias disueltas pasan a través de los poros del filtro, mientras que las partículas sólidas quedan retenidas.
En líneas generales, la filtración se efectúa del siguiente modo: se toma una varilla de vidrio con la mano izquierda y se mantiene fija junto al filtro, sin llegar a tocarlo. Con la derecha se toma el vaso o matraz, se apoya el borde contra la varilla y se vierte por ella el líquido, sin llenar el filtro por completo (figura 1). Antes de vaciarse totalmente el filtro, se vuelve a echar una nueva porción. El sólido, que estará en su mayor parte en el vaso, se lava dos o tres veces (con el líquido puro), decantando sobre el filtro después de haber sedimentado. Hecho esto, con una espátula se pasa el sólido al filtro, añadiendo más líquido puro, si fuera preciso, para pasarlo todo. Una vez pasado el sólido, cuando cesa la filtración del líquido se lava aquél con nuevas porciones de éste. El tamaño del filtro para una determinada operación no debe ser proporcional a la cantidad de líquido, sino a la de sólido. El líquido claro que pasa a través del filtro recibe el nombre de **filtrado.**

Existen varios métodos de filtración. La técnica de **filtración a la presión ordinaria** se efectúa con los embudos corrientes. El material filtrante suele ser papel de filtro, que se recorta en círculo y se dobla en cruz, de modo que forme un cono adaptable al embudo, siendo su tamaño el adecuado para que quede ½ cm. más bajo que el borde del embudo. Algunos casos requieren el empleo de otros materiales filtrantes, como fibra de amianto (resistente al fuego y no atacable por los ácidos), lana de vidrio (para filtrar ácidos concentrados y mezcla crómica), algodón, etc. Cuando se desea acelerar la filtración se usa un filtro de pliegues, que se dobla según se observa en la figura 2.

Sin embargo, no es aconsejable utilizar el filtro de pliegues cuando interesa recoger el sólido que queda en el filtro, ya que resulta difícil recuperarlo de entre ellos.
La técnica de **filtración al vacío** se emplea en aquellos casos en que la filtración a la presión ordinaria es muy lenta. Este modo de filtración se fundamenta en el hecho de que, al extraer el aire del interior del recipiente en que se recoge el filtrado, el líquido pasa más rápidamente a través del filtro, ya que sobre él actúa una presión exterior mayor que la interior. El material utilizado en la filtración al vacío es un embudo Büchner o "nutcha" y un matraz Kitasato (figura 3). El vacío se realiza conectando, mediante un tubo de goma, la tubuladura lateral del Kitasato con una bomba de agua o una bomba de vacío; siempre debe intercalarse un frasco de seguridad entre éstas y aquél.

La filtración al vacío se lleva a cabo del mismo modo que a la presión ordinaria, sin más que atender las siguientes indicaciones: 1º) el filtro de papel es un disco del mismo diámetro que el interior del embudo Büchner (no debe tener ningún doblez); 2º) una vez colocado el filtro en el embudo, se humedece ligeramente y se hace un poco de vacío, para que se adapte perfectamente a la base del embudo; 3º) durante la filtración, el embudo no debe quedarse sin líquido, para evitar que se perfore el filtro por la succión; 4º) cuando el sólido ha pasado totalmente al embudo, se comprime la masa con una espátula o con una varilla aplastada, para expulsar la mayor parte del líquido que la empapa y evitar que en el producto se formen grietas, por las que pasaría el líquido de lavado, sin ninguna eficacia; 5º) para que el líquido de lavado actúe algún tiempo sobre la masa sólida, al lavar se prescinde del vacío por unos momentos; 6º) finalmente, la masa del filtro, una vez lavada, se comprime con una varilla hasta que no filtre ninguna gota de líquido.
Después de filtrar, la masa sólida se retira del filtro y se deseca (para eliminar las últimas porciones de líquido) en una estufa adecuada.
Además de la rapidez, la filtración al vacío permite recuperar el sólido totalmente exento de líquido.

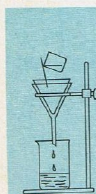


FIGURA 1

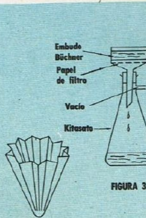


FIGURA 2

FIGURA 3

A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.
Por eso, esta ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, que en un principio se había programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.
Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de TECNIRAMA, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la búsqueda y consulta de cualquier artículo.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	50.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—
*COSTA RICA,	Colones	2.—
*CHILE,	Escudos	
ECUADOR,	Sucres	6.—
*EL SALVADOR,	Colones	1.—
ESPAÑA,	Pesetas	18.—
*GUATEMALA,	Quetzales	0,30
*HONDURAS,	Lempiras	0,60
*MÉXICO,	Pesos	3,50
*NICARAGUA,	Córdobas	2.—
*PANAMÁ,	Balboas	0,30
PERÚ,	Soles	10.—
*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
URUGUAY,	Pesos	18.—
*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

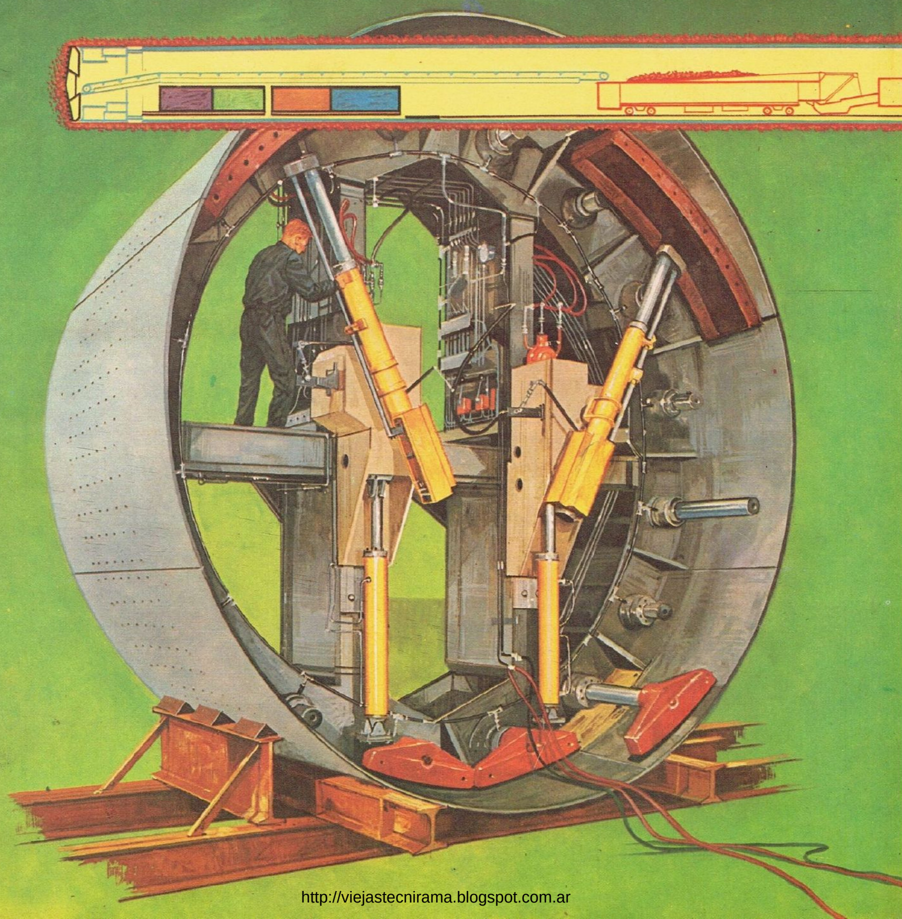
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 14 de febrero de 1966.

Nº 123

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **W. W. STANLEY (Univ. Idaho), construcción de túneles. J. MORCILLO (Univ. Madrid), los dobletes y el spin de los electrones. F. N. SPELLER (Corrosion Consultant), bacterias autótrofas, una causa de corrosión. D. F. CURTIS (Cornell University), la corteza. M. S. BURTON (Cornell University), forjado de metales. G. A. PURDY (Imperial Oil Ltd.), medida del punto de inflamación. N. POLUNIN (New College, Oxford), comunidades de plantas. J. ADAMS (School of Industrial Electricity, Kentucky), campos eléctricos. W. RIEMAN (Rutgers University), disoluciones normales. M. E. MUNROE (Univ. Illinois), errores experimentales. N. C. HARRIS (Univ. Michigan), el calorímetro de vapor de Joly.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 123

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES. — Moderna excavadora rotatoria, combinada con una coraza perforadora de tambor. (Arriba) Esquema de una instalación para extraer rápidamente el escombro desde el frente del túnel.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Los combustibles se descomponen por el azufre. — Diversos investigadores del Massachusetts Institute of Technology estudiaron, hace muy poco, la descomposición de los derivados del petróleo que se utilizan como combustibles en aviación. Sus trabajos se refieren, principalmente, a la influencia de la temperatura en su estabilidad.
Hasta ahora se sabía que cuando el agua condensa sobre los combustibles, a causa de una baja temperatura, los aditivos que inhiben la formación de gomas se estropean. Asimismo, en los climas fríos o en altitudes considerables se produce la precipitación de ceras en forma de microcristales, obstruyéndose las bombas que extraen el combustible de sus depósitos.
En la investigación realizada últimamente se han estudiado los efectos que las altas temperaturas determinan en las gasolinas de aviación. Como es sabido, en los vuelos a altas velocidades, los hidrocarburos se calientan hasta 300 ó 400°C. A estas temperaturas, los compuestos sulfurados que suele llevar el petróleo provocan la descomposición parcial del combustible. Añadiendo pequeñas cantidades (del 0,0001 al 10 %) de compuestos orgánicos de azufre a hidrocarburos seleccionados (N-hexadecano, como hidrocarburo lineal; 5-n-propilnonano, como hidrocarburo ramificado, y decahidronaftaleno, como hidrocarburo cíclico), los investigadores estadounidenses han observado que, a temperaturas altas, los hidrocarburos ramificados (los más interesantes desde el punto de vista del índice de octano) experimentaban una notable descomposición. Concentraciones tan reducidas como 0,01 - 0,001 por ciento de disulfuro de butilo o de bencenotiol aceleraban significativamente la descomposición de los combustibles. Sin embargo, es conveniente señalar que, a este respecto, la naturaleza del compuesto sulfurado tiene menos importancia que la propia naturaleza del hidrocarburo.
La investigación no se ha extendido todavía al estudio de la influencia que pueden tener los compuestos sulfurados inorgánicos sobre los combustibles. Pero es de temer que sea análoga a la de los productos orgánicos, o quizá mayor, puesto que el problema radica en el azufre, y la proporción de este elemento en los compuestos inorgánicos suele ser más alta que en los orgánicos. Es posible que haya que reconsiderar la conveniencia de agregar a las gasolinas ciertos polisulfuros coloidales lubricantes.



NOTICIAS DE MAÑANA

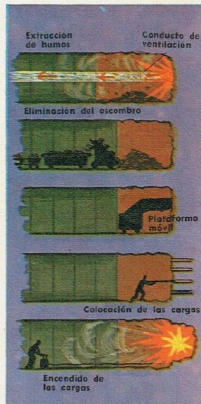
¿Los niños europeos son más listos que los africanos? — No tratamos de dar argumento a los propagadores de esa lamentable política de la discriminación racial, porque, entre otras cosas, los descubrimientos que expondremos a continuación se refieren a la inteligencia de niños blancos nacidos en países de clima templado o en regiones cálidas, como las africanas; pero siempre de niños blancos.
En un reciente trabajo sobre 2.000 niños, el Dr. McEwan, del Instituto Rhodes-Livingstone para la Investigación Social (Rhodesia del Norte), ha encontrado que, a igualdad de raza, idioma, edad, situación económica y social, y tipo de escuela, los nacidos en Europa son más inteligentes que los africanos. La investigación, con un "test" estudiado e igual para todos, se realizó sobre 2.262 niños nacidos en el año 1949. En general, cuanto más frío era el país, mayor resultaba la inteligencia de los niños. La media del cociente de inteligencia de los niños nacidos fuera de África era de 107,04; la de los niños nacidos en Rhodesia, de 106,17, y la de los niños naturales de África del Sur, descendientes de familias radicadas allí desde hace mucho tiempo, fue de 104,49.
Ignoramos qué consecuencias pueden derivarse de estas conclusiones, porque los estudios deben complementarse con investigaciones análogas sobre niños procedentes de climas cálidos (por ejemplo, de la India) que han emigrado a países más fríos, y sobre la correlación que pueda existir entre la inteligencia y la fecha de nacimiento de los niños, particularmente si han nacido en invierno o en verano.
¿Las madres tendrán que dar a luz en determinadas zonas de la Tierra? ¿Será conveniente "programar" el nacimiento de los hijos para el invierno?
El problema es aún muy confuso para tomar decisiones, que probablemente serían equivocadas.
Sin embargo, los resultados del Dr. McEwan traen a la memoria la reproducción de los animales salvajes, que no se verifica continua e indiscriminadamente, como en el género humano, sino en épocas bien determinadas y relacionadas con el período de celo de las hembras.

CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES

Una alta montaña, un ancho estuario que lleva a un puerto interior, una vieja ciudad cuyas calles estrechas se encuentran colmadas por vehículos son formidables barreras para el tráfico. Para evitarlas, se suelen recorrer muchos kilómetros de más. Un modo de evitar este inconveniente consiste en construir carreteras y ferrocarriles *por debajo* de estos obstáculos, en *túneles*.
Aunque el hombre perfora túneles desde hace siglos —primero para buscar metales, rocas y combustibles, y actualmente para construir pasadizos—, la excavación de cada túnel nuevo sigue teniendo caracteres o circunstancias imprevisibles. La experiencia obtenida en el pasado, al hacer un túnel en un terreno semejante, puede servir de guía al ingeniero civil, pero éste no tiene nunca una idea cabal de las dificultades que va a encontrar.
Por la naturaleza del terreno en el que se debe trazar el túnel, y también por su situación, se conocen de antemano algunas de las dificultades y de los peligros que se pueden presentar. Estos factores determinan también las técnicas que deben emplearse.
Si una montaña está formada por roca sólida, para cortar el túnel se necesitarán cargas explosivas o perforadoras de aire comprimido. Aunque la operación puede ser lenta y tediosa, es muy posible que, una vez hecho el túnel, el techo se soporte a sí mismo. En todo caso, no será realmente urgente colocar el encofrado.
Hacer un túnel a través de arcilla o de tierra blanda es, en ciertos aspectos, más difícil, ya que el techo del túnel debe consolidarse casi inmediatamente después de que se haya retirado el escombro del material de desecho que se corta al hacer el túnel. Hay que utilizar técnicas especiales, para retirar la tierra sin que el techo o las paredes se derrumben, sepultando a los obreros que están efectuando la perforación.
Las inundaciones también son accidentes graves, que pueden ocasionar muertes, daños en las máquinas y grandes retrasos en la terminación de las obras. Es un peligro que existe siempre que se trata de hacer un túnel debajo de un río o de un lago; pero, además, son posibles en cualquier otro lugar. Abundan las corrientes subterráneas, y, si alguna se encuentra a cierta profundidad, surge el riesgo de una rápida inundación. Sin embargo, lo más frecuente es encontrar las corrientes subterráneas en el límite de los estratos, entre dos capas de roca distintas, por lo que los ingenieros pueden tomar sus precauciones cuando el riesgo es mayor.

ESTUDIO PRELIMINAR

Antes de empezar a perforar un túnel hay que efectuar varios estudios preliminares. El camino más corto, por debajo del obstáculo, quizá no sea el más fácil de perforar. Por tanto, después de haber establecido una línea preliminar para el túnel, hay que efectuar un estudio geológico. El papel del geólogo consiste en prever las dificultades que pueden surgir cuando se haga el túnel, y si hay peligros de derrumbamiento y de inundación.
Es poco probable que la conformación geológica del terreno, en la superficie (por encima de la línea del túnel), sea la misma que al nivel propio del túnel mismo. Por esto, sería una imprudencia decidir cuál va a ser el trazado final del túnel basándose únicamente en el conocimiento del estrato superior. El único modo cierto de averiguar la naturaleza de la roca, a través de la cual pasará el túnel, es introducir sondas de pequeño diámetro hasta el nivel en el que



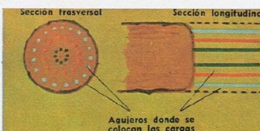
se proyecta perforar éste, y examinar las muestras de la roca así obtenidas.
Cuando ha sido complementado el estudio geológico, se conocerán algunas de las dificultades y de los peligros que pueden acechar en la construcción, pero no necesariamente todos ellos. Una gran ventaja del estudio preliminar consiste en que indica dónde pueden surgir dificultades; entonces, se puede estudiar el modo de evitarlas. Modificando el trazado del túnel en algún metro de profundidad o en sentido trasversal se pasa por encima o se sortea una corriente subterránea.

PRINCIPIO DEL TÚNEL

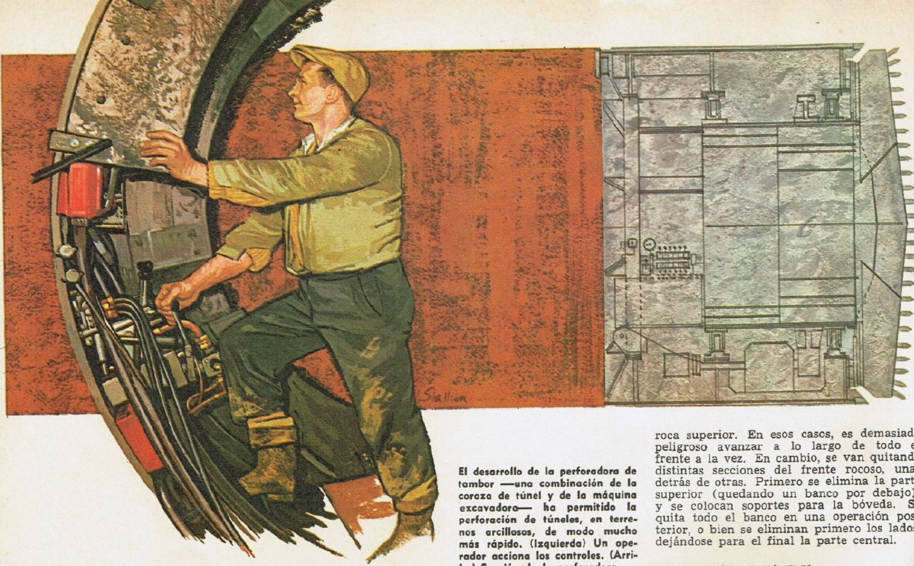
Una vez que se ha decidido cuál será la dirección del túnel, el ingeniero tiene que marcar cuidadosamente la ruta precisa a seguir. En comparación, es mucho más sen-

OTRAS UTILIZACIONES DE LOS TÚNELES

Para la mayoría de la gente que viaja regularmente en el tren, los túneles son muy familiares. Sin embargo, los túneles se utilizan también con otros fines menos conocidos. En las instalaciones hidroeléctricas, grandes volúmenes de agua se trasportan desde la parte superior del embalse hasta el lugar donde se encuentra la turbina generadora, y luego de nuevo hacia el río, a un nivel inferior.
Resulta muy costoso construir zanjas que tengan una profundidad superior a los quince metros, y luego colocar en su interior grandes cañerías de agua o una red de alcantarillado. Entonces, se utilizan túneles, que llevan el agua a las grandes ciudades desde depósitos que se encuentran a mucha distancia. Túneles similares se utilizan en servicios cloacales.







El desarrollo de la perforadora de tambor —una combinación de la coraza de túnel y de la máquina excavadora— ha permitido la perforación de túneles, en terrenos arcillosos, de modo mucho más rápido. (Izquierda) Un operador acciona los controles. (Arriba) Sección de la perforadora.

cillo determinar la dirección de una nueva carretera o de un ferrocarril, ya que las posiciones que ocupan las distintas partes de la obra se ven bien. Para realizar un túnel es necesario hacer un trabajo muy cuidadoso, con los instrumentos más exactos. Como la perforación suele empezar por los dos extremos a la vez, hay que tomar toda clase de precauciones para conseguir que las dos excavaciones sean coincidentes.

Para acelerar la construcción de túneles largos, suele empezarse el trabajo no sólo por los extremos, sino por puntos intermedios. Esta práctica simplifica también la eliminación de los escombros, pero, al mismo tiempo, complica la tarea de integrar las distintas secciones.

En cada punto de origen intermedio se hace un pozo vertical, que se utiliza luego para la ventilación o como punto de acceso para los pasajeros, en caso de que se trate de una red de ferrocarril subterráneo, en una gran ciudad. Entonces, se cuelgan dos cables de acero en el túnel, de manera que estén a una distancia de tres metros. Un ingeniero, que trabaja en el exterior, ajusta la posición de estos cables, de modo que se encuentren en línea recta, con los pozos a ambos lados. Luego, otro ingeniero, en el fondo de la perforación marca exactamente la dirección que ha de seguir el túnel.

PERFORACIÓN DE TÚNELES A TRAVÉS DE LA ROCA

Con frecuencia, para romper la roca se utilizan explosivos; con el fin de lograr un aprovechamiento máximo con el mínimo de peligro, hay que calcular muy cuidadosamente la posición en que deben colocarse las cargas. El propósito suele consistir en avanzar, a cada voladura, una misma distancia sobre todo el frente. Este propósito puede lograrse utilizando unos *detonadores de acción retardada* especiales. Las cargas y los detonadores se colocan de modo que el centro vuele en primer lugar, formando una cavidad profunda, en la que los anillos de cargas que la rodean pueden hacer explosión. Los agujeros en los que se colocan estas cargas tienen un diámetro de 4 centímetros, y suelen hacerse con taladros neumáticos. No todos los agujeros que se perforan en el frente se llenan con explosivos. Cierto número de ellos, estratégicamente situados, no llevan carga, pero ayudan a debilitar el frente a medida que es volado por las sucesivas explosiones.

Para avanzar del modo más eficaz posible, hay que cronometrar cuidadosamente los tiempos en que se produce la voladura y aquéllos en que se elimina la roca destrozada (escombro). Los procesos que tienen lugar después de la explosión de la carga suelen ser los siguientes: primero, el sector donde ha tenido lugar la explosión debe ventilarse —la explosión origina gases tóxicos y produce también una niebla de fragmentos de roca pulverizados. Cuando el aire está otra vez límpido, se coloca la máquina utilizada para extraer las rocas y llevarlas en vagonetas —u otros sistemas de extracción—, y se retiran los trozos de roca. Terminada esta operación, la máquina se aparta.

Luego hay que hacer preparativos para la próxima explosión. Los obreros con taladros, o una completa plataforma móvil de perforación múltiple, se acercan al frente. Se hacen agujeros a la profundidad requerida y, en tanto, otros operarios levantan las secciones posteriores del encofrado de hierro fundido o de hormigón del túnel. Por fin, cuando todo está preparado, se colocan nuevas cargas y detonadores, volviéndose a comenzar el ciclo, que puede tardar, según la naturaleza del terreno, hasta cuatro horas.

No todas las bóvedas de los túneles son lo bastante sólidas para soportar el peso de roca superior. En esos casos, es demasiado peligroso avanzar a lo largo de todo el frente a la vez. En cambio, se van quitando distintas secciones del frente rocoso, unas detrás de otras. Primero se elimina la parte superior (quedando un banco por debajo), y se colocan soportes para la bóveda. Se quita todo el banco en una operación posterior, o bien se eliminan primero los lados, dejándose para el final la parte central.

PERFORACIÓN DE TÚNELES A TRAVÉS DE LA ARCILLA

Cuando se perfora en arcilla, en arena o en alguna roca blanda, hay que utilizar una técnica distinta, ya que el arco del túnel tiene una resistencia francamente insuficiente. Por tanto, deben levantarse soportes circulares en el interior del túnel, en cuanto se corta. Este trabajo se hizo más seguro con el empleo de la *coraza* inventada por I. K. Brunel (1806 - 1859). Desde los ciento cuarenta años que lleva funcionando esta coraza ha sufrido numerosas modificaciones, pero el principio sigue siendo el mismo.

Bajo la protección de la coraza, se va perforando la arcilla o la roca. Esto pueden hacerlo operarios que llevan perforadoras neumáticas o un equipo especial, colocado en la coraza. En el interior de ésta se construye un anillo de soporte. A medida que se elimina el escombro, la coraza es elevada contra el anillo soporte, que, de esta forma, se encuentra firmemente colocado en su sitio. En cuanto se completa una carrera del gato, se retira rápidamente la coraza, se coloca un nuevo soporte, y ésta avanza nuevamente.

PERFORACIÓN DE TÚNELES BAJO EL AGUA

De todas las operaciones de perforación, ésta puede ser la más peligrosa, por causa de los riesgos de inundación. En los últimos años, el procedimiento habitual para evitar las inundaciones en las obras del túnel consistía en eliminar el agua con aire comprimido. Pero, en estas circunstancias, el trabajo resulta muy difícil. Los operarios que vuelven del túnel deben permanecer algún tiempo en una cámara de descompresión, para evitar molestias conocidas con el nombre de *parálisis de los buzos*. Esto es debido a pequeñas burbujas de nitrógeno que se forman en la sangre y bloquean los vasos sanguíneos.

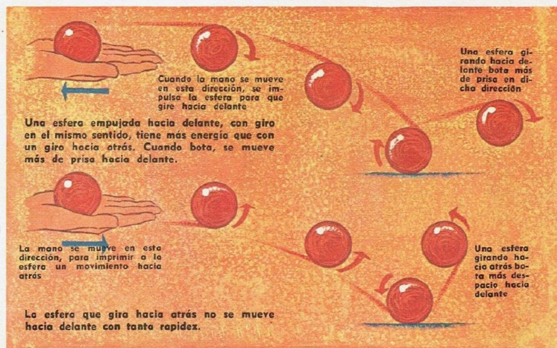
DOBLETES Y SPIN DE LOS ELECTRONES

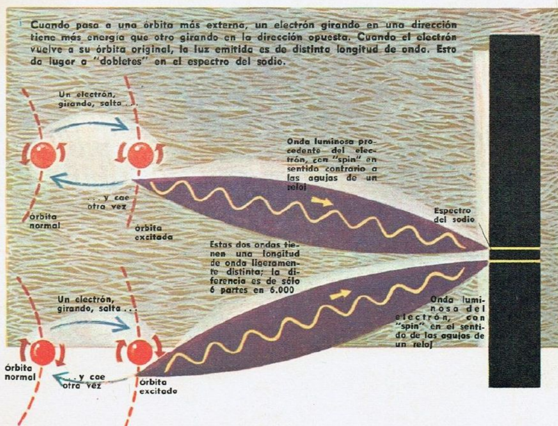
En el momento en que una sustancia emite luz, sus átomos o moléculas están liberando energía. El átomo lanza ondas luminosas cuando está excitado, lo mismo que una campana emite ondas sonoras cuando se la golpea con un martillo. La longitud de onda de la luz emitida es siempre la misma para cada tipo de átomo, de igual manera que una campana emite siempre el mismo sonido.

Esto sucede porque la luz se produce cuando los electrones, que giran en órbitas fijas, son obligados a saltar de una a otra más externa; cuando regresan a su órbita primitiva, emiten luz.

Una descarga eléctrica pasa a través de un tubo que contiene átomos de un gas o vapor, como sodio o hidrógeno. En la descarga, los átomos son excitados por los electrones rápidos, y emiten luz. Los átomos de sodio e hidrógeno presentan una característica común, y es que sólo tienen un electrón en su órbita externa. Normalmente, solo los electrones situados en la capa más externa son *excitados* y pasan a órbitas aún más exteriores, más lejanas del núcleo. Estos electrones emiten ondas luminosas cuando vuelven a su órbita primitiva. Existe un número de órbitas a las que pueden pasar los electrones excitados, y para cada una de ellas corresponde una longitud de onda determinada. Si el rayo luminoso pasa a través de un espectroscopio, la luz de cada una de estas *transiciones* da lugar a una *raya* en el espectro. En una masa de gas, las mezclas de las distintas transiciones, unas de un grupo de átomos y otras de otro, originan una *serie* de líneas extendidas a lo largo del espectro.

Cada línea representa un cambio de energía: la diferencia existente entre la órbita primitiva y la que ocupó temporalmente. Pero la energía de un electrón puede cambiar algo a causa de varios factores, aparte de la energía producida al pasar de una a otra órbita. Uno de ellos es el *spin del electrón.* Mientras se encuentra en una órbita, el electrón gira sobre su propio eje como un trompo. La energía debida al giro *(spin)* contribuye a la energía total del electrón. Un trompo o un electrón pueden girar en dos direcciones: en el sentido de las agujas de un reloj o a la inversa. Cuando un electrón, girando en un sentido, pasa de una órbita a otra, significa que el átomo ha recibido un aporte de energía. Si el electrón está girando en sentido contrario, la cantidad de energía es ligeramente distinta. Como consecuencia de esto, al volver el electrón a su órbita, la longitud de onda de la luz emitida en los dos casos es algo diferente.





Esto da lugar a líneas gemelas en el espectro de átomos como el sodio y el hidrógeno. Estos *dobletes* pueden verse como dos rayas muy finas, separadas. Cuando las longitudes de onda se deducen de las fotografías, se observa que la diferencia entre ellas es muy pequeña. Por ejemplo, el caso conocido del doblete del sodio: las longitudes de onda para cada raya son de 5.890 Å y 5.896 Å; o sea, una diferencia de 6 Å. En el doblete del espectro del hidrógeno, las dos líneas gemelas están todavía más juntas, separadas sólo por 1,59 Å. Los espectroscopios con gran poder de resolución han permitido observar estas líneas, u otras parecidas, claramente separadas.





Las plantas verdes utilizan la energía solar para sintetizar alimentos



Los animales comen plantas u otros animales herbívoros





Con la energía liberada en procesos químicos, las bacterias autótrofas sintetizan alimentos

BACTERIAS AUTÓTROFAS, UNA CAUSA DE CORROSIÓN

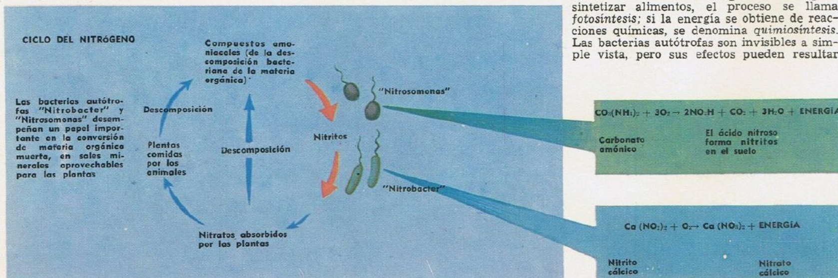
Un animal privado de alimentos muere. Sin alimentos, el animal no puede crecer, ni tiene una provisión de energía suficiente para llevar a cabo las reacciones vitales del organismo.

En cambio, las plantas verdes fabrican su propio alimento construyendo *(sintetizando)* azúcares complejos, grasas y proteínas a partir de compuestos químicos más sencillos, como anhídrido carbónico, nitratos y agua. Sin embargo, para realizar este proceso necesitan energía solar. En un ambiente oscuro no puede producirse la formación de alimentos.

Existen tipos de bacterias que no necesitan ni energía solar ni suministro de alimentos ya elaborados. Estos organismos se llaman *autótrofos*. Al igual que las plantas verdes, sintetizan alimentos con sustancias más sencillas, pero la energía necesaria para conseguirlo la obtienen mediante otras reacciones químicas. Se conoce gran número de compuestos químicos que intervienen en estos procesos; por ejemplo, azufre y hierro, amoníaco y varias sales nitrogenadas.

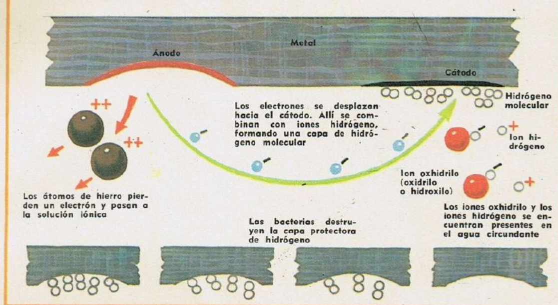
Cada tipo de bacterias autótrofas tiene sus propios requerimientos al efecto. El compuesto químico es absorbido en el interior de la célula y allí se trasforma en otro. La trasformación va acompañada de un desprendimiento de energía —al igual que el carbón desprende calor cuando se convierte en anhídrido carbónico—. La energía desprendida permite a la bacteria sintetizar alimentos que necesita para vivir.

Cuando se utiliza la energía luminosa para sintetizar alimentos, el proceso se llama *fotosíntesis;* si la energía se obtiene de reacciones químicas, se denomina *quimiosíntesis*. Las bacterias autótrofas son invisibles a simple vista, pero sus efectos pueden resultar



Las bacterias autótrofas "Nitrobacter" y "Nitrosomonas" desempeñan un papel importante en la conversión de materia orgánica muerta, en sales minerales aprovechables para las plantas

espectaculares. Por ejemplo, a ellas se debe, en parte, la exuberancia de la vida animal y vegetal. Existen sólo unos pocos compuestos químicos para soportar nueva vida y, por tanto, es importante que, cuando los organismos mueran, las sustancias que los componen vuelvan rápidamente a la tierra. Las bacterias autótrofas del suelo ayudan a realizar esta tarea, en particular, las que utilizan compuestos nitrogenados. Un tipo de estas, *Nitrosomonas,* obtiene la energía oxidando compuestos amoniacales del suelo y trasformándolos en nitritos. Éstos, a su vez, son oxidados por otro tipo de bacterias, las *Nitrobacter,* que los convirten en nitratos. Los nitratos son sales esenciales para las plantas ordinarias, que los absorben rápidamente. Las bacterias autótrofas intervienen en el *ciclo del nitrógeno.*
Otros tipos de bacterias autótrofas actúan sobre compuestos del azufre. Estos organismos son también útiles a las plantas. Los compuestos del azufre, en la materia orgánica en descomposición, se convierten en sulfatos, necesarios para el crecimiento de las plantas. Pero sus actividades también pueden ser nocivas. Causan buena parte de la corrosión metálica y llegan a descomponer el hormigón.



La corrosión metálica ocurre cuando en la superficie se forma una pila eléctrica. El hierro, por ejemplo, pasa a la solución en el ánodo liberando electrones. Éstos se mueven hacia el cátodo y trasforman el hidrógeno iónico del agua en hidrógeno molecular. Normalmente, la capa de hidrógeno impide una actividad posterior, y no se disuelve más hierro. Pero las bacterias usan el hidrógeno para la reducción de sulfatos, la capa protectora se pierde y la corrosión comienza nuevamente.

BACTERIAS CORROSIVAS

Las bacterias que utilizan azufre y compuestos de éste para el aporte de energía son de dos clases: unas necesitan oxígeno *(aerobias)* y otras no *(anaerobias).*
Los tipos que requieren oxígeno obtienen la energía necesaria de la oxidación de azufre elemental o de ácido sulfhídrico a ácido sulfúrico. Estos organismos son capaces de tolerar altas concentraciones de ácido en los ambientes creados por su actividad. Pueden llegar a soportar concentraciones tan altas como el 10 %. Aunque el ácido no influye en las bacterias, tiene efectos sobre ciertos metales —por ejemplo, en la superficie exterior de las conducciones de petróleo y cañerías subterráneas de hierro fundido—. Incluso las superficies del hormigón, en el interior de los encofrados, corren peligro de desintegrarse.
Las bacterias anaerobias son reductoras del sulfato —lo descomponen en sulfuro y azufre elemental—. Viven en todo tipo de suelos y aguas estancadas. El olor fétido de las aguas del mar Negro, del Caspio y de ciertos arroyos y conducciones es debido a sus actividades. Ciertas especies poseen una enzima especial *(hidrogenasa),* que hace intervenir el hidrógeno elemental en la reducción de los sulfatos.
Las bacterias anaerobias (al contrario de las aerobias) no son responsables directas de la corrosión, pero contribuyen al proceso y resultan, probablemente, más destructivas. Con frecuencia, la corrosión metálica se inicia con la formación de una serie de pequeñas pilas eléctricas. Ligeras impurezas en la superficie metálica son suficientes para que este proceso comience. Una región ligeramente más positiva se convierte en el ánodo, mientras que otra parte de la superficie se convierte en el cátodo negativo. El agua circundante, que contiene sales disueltas, actúa como *electrolito* o medio conductor. El metal pasa a la solución en el ánodo, y los electrones que cede se recogen en el cátodo. Los electrones son captados por iones hidrógeno, que se convierten en hidrógeno molecular. Normalmente, una película de hidrógeno protege el cátodo, impidiendo que la acción continúe. Esto es similar a la *polarización,* que tiene lugar en cualquier pila eléctrica. Sin embargo, ciertos tipos de bacterias son capaces de utilizar el hidrógeno, rompiendo esta película; así, la corrosión es tan acelerada como antes.
Cuando la actividad se incrementa en el ánodo, el hierro en solución se combina con el sulfuro de hidrógeno. De esta manera, se forma un depósito de sulfuro de hierro, que, en cierto modo, sirve de protección. Pero una actividad bacteriana posterior puede disgregar este depósito de alguna manera, y el metal puro queda otra vez expuesto a la corrosión.

PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

La protección de los materiales metálicos contra las bacterias que producen ácido sulfúrico se consigue impidiendo el aporte de materias primas, ácido sulfhídrico y azufre. Si las alcantarillas están bien aireadas, no se formará ácido sulfhídrico. Por tanto, las actividades de las bacterias aerobias quedan restringidas en cierto modo.
En sistemas acuosos cerrados, las bacterias anaerobias pueden evitarse por medio de una continua limpieza, para no crear ambientes favorables a la putrefacción. Mientras haya oxígeno en el agua, las bacterias de este tipo no pueden actuar. De modo análogo, conviene hacer un buen drenaje bajo las cañerías subterráneas, para evitar que el agua quede mucho tiempo estancada y se pudra.
También puede protegerse la parte exterior de la conducción con algún material inerte, como betún, fibra de vidrio y amianto

CICLO DEL AZUFRE: se proporcionan sulfatos a las plantas; pero también tienen lugar reacciones secundarias indeseables; la mayor parte de la acción corrosiva bacteriana la realizan bacterias sulfúricas

Azufre
Bacterias oxidantes; pueden producir ácido sulfúrico
El ácido sulfúrico ataca los metales
Ácido sulfhídrico
Bacterias reductoras
Sulfatos
Tubo conductor de hierro corroído
Sulfatos en las plantas
Las bacterias que reducen el azufre han contribuido a la corrosión

LA CORTEZA

La corteza cubre los troncos y las ramas de las plantas leñosas. En unas especies, como el roble y el olmo, tiene un aspecto rugoso y agrietado. En otras, como el haya, es suave y brillante, mientras que en algunas —alerce y plátano (*Platanus orientalis*)— es escamosa. La corteza es tan característica de las distintas plantas que, en el invierno, cuando las hojas han caído, resulta uno de los indicios más evidentes para identificar los árboles.

Pero la parte exterior de la corteza no constituye toda la estructura. En realidad, es el sector menos importante, pues está constituido casi totalmente por tejidos muertos. Existe una región interna de la corteza que tiene un color mucho más pálido, cuyas células todavía están vivas. Las células que se encuentran en el interior constituyen el *floema* —tejido de gran importancia, ya que conduce el alimento orgánico líquido a través de la planta—. Si se quita esta capa, el árbol muere.

Las células características del floema son los vasos cribosos, células alargadas, unidas unas a otras de forma que constituyen un tubo continuo, el cual recorre las ramas de la planta. Las paredes (*cribas*), entre las distintas células, están perforadas, de modo que las soluciones de azúcares, proteínas y sales puedan pasar a través de ellas. En el interior, entre los vasos cribosos, se encuentran unas células vivas sencillas y no especializadas (*parénquima*), y también unas fuertes fibras leñosas que sirven de soporte. La mayor parte del trasporte del alimento es efectuada por células situadas en la parte más profunda de la capa interior. A medida que lo tejidos del floema son empujados hacia fuera por el crecimiento posterior, se van aplastando, y las células vivas se destruyen. Los tejidos muertos acaban por formar parte de la corteza más externa.

(Derecha) La capa interna de la corteza vive todavía y puede formar un tejido de expansión que rellene los huecos. La corteza externa ha muerto. No puede seguir creciendo y, por tanto, tiende a cuartearse. (Abajo) La capa externa de un cilindro en expansión sufrirá cada vez más tensiones. La tensión separará la capa externa, como se ve en la figura.

FORMACIÓN DE LA NUEVA CORTEZA

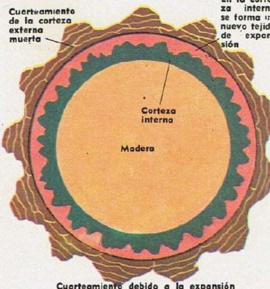
En la región situada entre el leño y el líber existe una zona generatriz, formada por una capa delgada de células en división (*cámbium*). Cada año, las células del cámbium crecen y se dividen. De las dos células que se forman, una sigue multiplicándose, mientras que la restante se va adaptando a otra función. Las células nuevas, en el interior del cámbium, aumentan el espesor del tronco del árbol —forman más madera—. En el exterior de la capa del cámbium, las nuevas células forman más floema. El floema empuja siempre hacia fuera. El original, en el interior de la corteza, se trasforma en tejido muerto en la corteza externa. El espesor de la corteza interna es más o menos constante, de modo que la parte antigua se trasforma en corteza externa, a la misma velocidad, aproximadamente, que la nueva corteza interna se forma en la superficie del cámbium.

El nuevo tejido de la corteza externa se separa completamente de la corteza interna por unas capas especiales de corcho (*peridermis superficial*). La peridermis se for-



Los corchos de las botellas de vino son impermeables a los fluidos; están cortados de modo que las lenticelas se encuentran en el interior

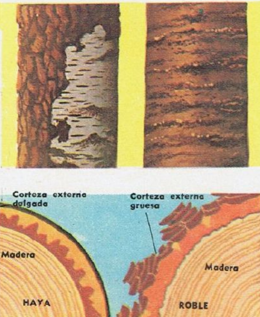
El corcho es impermeable a los fluidos, pero los tejidos internos todavía vivos pueden recibir aire. Grupos de células muy sueltas ("lenticelas") se forman en las capas de corcho y permiten el libre paso de los gases. Este tejido suelto tiene una masa considerable, y las lenticelas pueden romper la superficie de la planta. Se observan, particularmente, en las superficies de las cortezas lisas (abajo, derecha).



Cuarteamiento debido a la expansión

Transición desde la corteza lisa, que deja ver las lenticelas, hasta la rugosa, que las cubre
ABEDUL

Como en el abedul, las lenticelas son horizontales, pero mucho más alargadas
CEREZO



Las superficies lisas y cuarteadas reflejan la cantidad de crecimiento en la corteza. El haya es lisa, ya que, a diferencia de lo que ocurre en el roble, la corteza se forma lentamente; no se acumula gran espesor de corteza externa; no se cuartea.

USOS DE LA CORTEZA

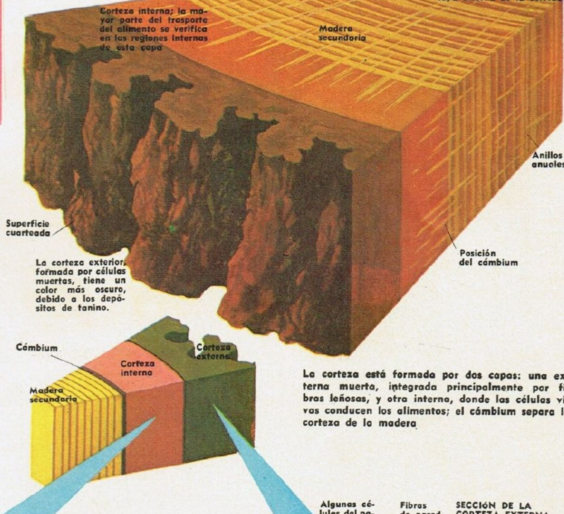
El corcho que procede de los alcornoques de las zonas mediterráneas es un producto muy importante de la corteza. Normalmente, las capas de corcho son muy delgadas en comparación con el resto de la corteza. Pero, en el alcornoque, alcanzan un espesor considerable. Las capas de corcho se recogen, más o menos, cada nueve años, y pueden tener bastantes centímetros de espesor.
Los taninos, otro producto de la corteza, se utilizan en el proceso del curtido. Son subproductos del metabolismo de la planta y pueden depositarse en otros lugares del árbol, además de la corteza. Para su extracción comercial son particularmente importantes las cortezas de roble, abeto, abedul y sauce.
De la corteza del árbol sudamericano llamado "quina" ("Cinchona") procede la quinina, medicamento valioso para prevenir y curar la malaria. La canela, una especia, es también producto de la corteza de un árbol, el canelo, que crece en el sudeste de Asia.

POR QUÉ DIFIEREN LAS CORTEZAS EXTERNAS

La adición de madera nueva (secundaria) a la rama del árbol, junto con la formación de nueva corteza interna, aumenta lentamente el espesor del tronco. Naturalmente, los nuevos tejidos de la corteza interna no se encuentran sometidos a tensiones. En el momento en que se forman, cubren en su totalidad el área superficial del árbol.
En cambio, la corteza interna antigua sí sufre tensiones. Sus tejidos deben extenderse sobre una circunferencia mayor que la inicial. El problema está parcialmente resuelto por el estiramiento de las células, pero esto no es suficiente. Se forman nuevos *tejidos de expansión* por división de las células del parénquima.
En la corteza externa no puede tener lugar una expansión de tejidos semejante. Todas las células están muertas. Por efecto de la tensión, el tejido de la corteza externa se desgarra, dejando una superficie nudosa y cuarteada característica *(ritidoma)*.
Sin embargo, el haya tiene una corteza lisa. ¿A qué se debe esto? La respuesta está en que la corteza externa del haya es muy delgada, ya que el ritmo del crecimiento de la corteza resulta muy lento. La antigua superficie externa de la corteza se convierte en polvo y desaparece sin que se note.

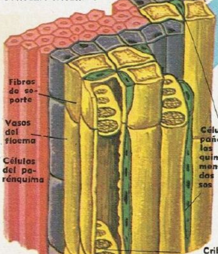
En comparación, la corteza del roble crece, por lo menos, cuatro veces más de prisa que la del haya. La producción de floema por la capa de cámbium tiene lugar con más rapidez. Se forman numerosas capas de corcho, cada una de ellas separando secciones de la antigua corteza. La cantidad de tejido muerto es considerable. En la superficie externa de la corteza se desprenden algunas escamas, pero a un ritmo insuficiente para eliminar todos los tejidos muertos. La corteza externa más espesa está particularmente sujeta a tensiones; por tanto, se produce cuarteamiento y aparece una superficie rugosa.

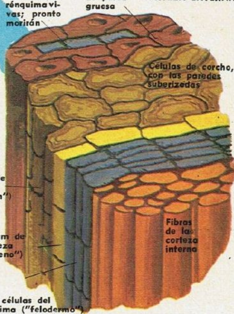
ma a partir de las células del parénquima, que, aunque también son sometidas al aplastamiento, se conservan vivas durante un tiempo mucho más considerable que los vasos cribosos.
Las células que componen el corcho están estrechamente empaquetadas. Las paredes celulares se encuentran también reforzadas *(suberizadas)* por sustancias grasas. Por tanto, el corcho es impermeable y, en la parte exterior de la corteza, forma unas capas que protegen del agua.
La distribución de las capas de corcho varía según las especies de árboles. Pueden ser pocas y muy extensas, o muy numerosas y separadas sólo unos centímetros cuadrados de corteza externa; por ejemplo, este es el caso del plátano. Comparado con el espesor de la corteza externa, el de la capas del corcho suele ser insignificante. Sin embargo, el alcornoque es una excepción. En él, el corcho puede alcanzar bastantes centímetros de espesor, mientras que la corteza externa es realmente muy delgada. El corcho que se utiliza comercialmente procede del alcornoque.



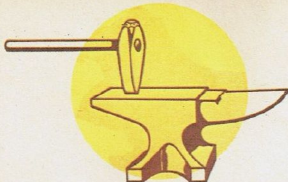
La corteza está formada por dos capas: una externa muerta, integrada principalmente por fibras leñosas, y otra interna, donde las células vivas conducen los alimentos; el cámbium separa la corteza de la madera

Corteza interna; las células más importantes son los vasos cribosos. Conducen las sustancias nutritivas en solución. También se encuentran células de parénquima no especializadas y fibras leñosas.

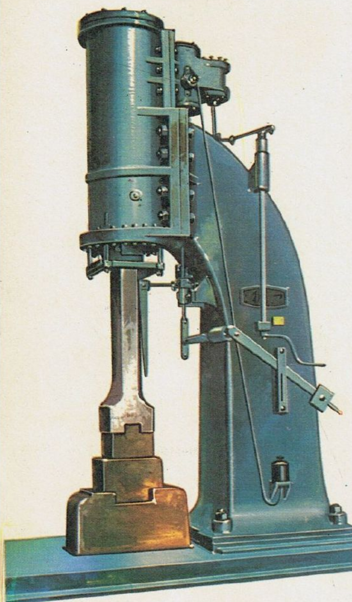




(Derecha) La corteza externa comprende capas de corcho o "peridermis". Cada peridermis está formada por unas pocas capas de células de corcho ("fellem") y una capa de células en división ("cámbium del corcho"). La división de las células del cámbium da origen a células de corcho en el exterior y, en general, a nuevas células de parénquima en el interior ("felodermo").



FORJADO DE METALES



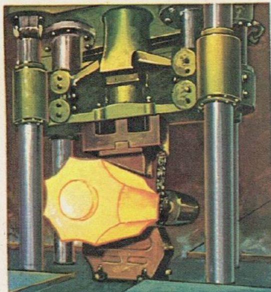
La forja de los metales es un arte conocido y practicado desde hace siglos, cuando el hombre empezó a utilizarlos en sus herramientas y utensilios. El proceso básico — calentar el metal hasta que adquiera una consistencia adecuada, que permita darle forma con un martillo o con un troquel— es el mismo que ha utilizado siempre el herrero rural. En realidad, la forja manual, tal como la efectuaba el herrero, todavía se utiliza en distintos tipos de trabajos de ingeniería metalúrgica, aunque se han desarrollado enormes máquinas para forjar los elementos metálicos de gran tamaño. En este tipo de máquinas se utilizan sistemas de vapor o de presión hidráulica, para forjar la pieza.

Durante la forja, el metal se deforma a una temperatura superior a la de recristalización, lo que tiene por consecuencia importante que en él no se produce un incremento de las tensiones (mayor resistencia a la deformación). Cualquier impureza no metálica contenida en el metal se elimina, y queda una estructura fibrosa. Entonces, la pieza adquiere mayor tenacidad y ductilidad (capacidad para ser estirada) en la dirección de las líneas de la fibra.

Hay varias clases de forja. En el caso de grandes piezas, la *forja manual* ha sido sustituida por la *forja de martillo*. El yunque lleva el troquel inferior, donde el metal se forja con la forma requerida. Esta forma puede ser lisa, en forma de V o redonda. La pieza en condiciones de ser forjada se pone en el yunque, colocándose el troquel superior sobre ella; después recibe una serie de golpes por medio de un martillo-pilón. Hay un límite para la presión que puede aplicarse al martillo, por lo que para forjar piezas mayores, se utilizan prensas hidráulicas.

En este caso, se desarrollan enormes presiones, pero la pieza sufre una acción de prensa, en lugar de la acción a impulsos que producen los "martillazos . Las forjadoras hidráulicas son las únicas que pueden utilizarse en la fabricación de piezas metálicas más pesadas. En ellas se pueden desarrollar fuerzas superiores a 50.000 toneladas. En algunos equipos hidráulicos, además del pilón vertical suelen emplearse, simultáneamente, pilones horizontales, que así producen, a la vez, presiones en distintas direcciones.

Otra modalidad importante en estos trabajos es la forja por caída libre. El troquel inferior forma parte integrante de la forja. El impacto es producido por un pilón que lleva el troquel superior. Hay dos clases de máquinas para la forja por caída libre. En el tipo de *martillo - pilón de tabla*, el peso se encuentra sujeto a unas tablas de madera, que se elevan entre rodillos. El peso se levanta y asciende por fricción sobre los rodillos; luego, se deja caer y adquirir la aceleración de la gravedad, para proporcionar un fuerte impacto. En el *martinete de vapor*, el pilón es accionado por una prensa de vapor, y cae bajo las in-



Herramientas utilizadas en la forja. (Arriba) Yunque tradicional de herrero. (Centro) Potente martillo-pilón, utilizado para la forja rudimentaria de grandes elementos pesados. (Abajo) Equipo hidráulico de gran tamaño que conforma las piezas pesadas mediante "prensados" sucesivos, a presión elevada.

fluencias conjugadas de las presiones del vapor y de la gravedad. En estas máquinas se pueden desarrollar fuerzas muy elevadas (superiores a 25.000 kilos).
La forja por caída libre es particularmente útil cuando se trabaja con metales que requieren ser tratados con suma rapidez después de calentarlos. Algunas aleaciones sólo pueden calentarse en un pequeño intervalo de temperaturas, para que no pierdan algunas de sus propiedades más interesantes. Un tratamiento rápido con este tipo de máquinas permite la trasferencia directa del metal caliente desde la caldera, para someterlo inmediatamente al proceso de forjado. Otra ventaja de la forja por caída libre consiste en que la pieza necesita poca preparación para alcanzar su forma definitiva.

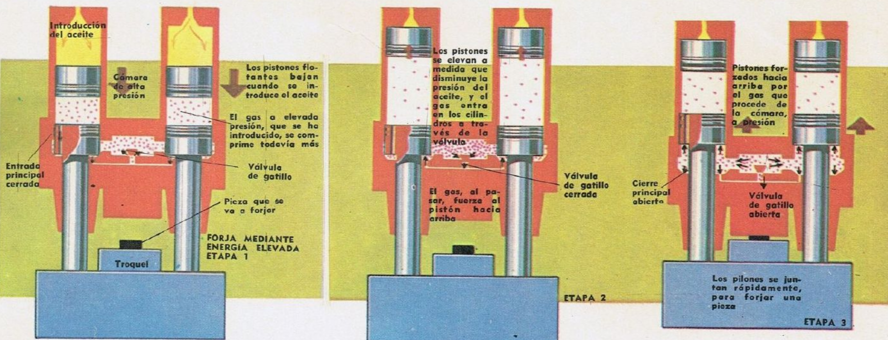


Esta pieza, formada a partir de un bloque cilíndrico sólido de acero, es un producto típico de la forja con energía elevada. Obsérvese, en el corte, la distribución del grano en el metal.

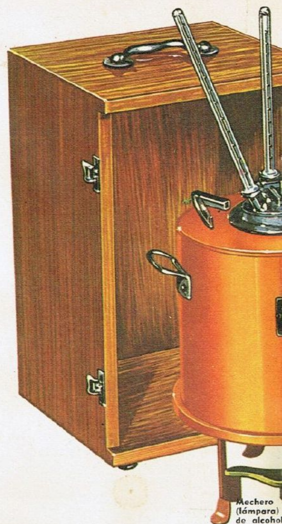
FORJA DE ALTA ENERGIA

En los últimos años, uno de los progresos más espectaculares, ha sido la introducción de la *forja por impacto*, que se conoce también con el nombre de *forja de alta energía*. Para obtener la mayor eficacia en el proceso del forjado, la pieza debe someterse a impactos que se suceden con gran rapidez. El máximo de energía debe liberarse en el menor tiempo posible. Con el martillo-pilón convencional y el método de la caída libre se liberan considerables cantidades de energía en un tiempo corto, pero en la forja por impacto hay una mejora sustancial.
La energía liberada por la cabeza del martillo-pilón depende de la masa de la cabeza y de la velocidad que alcanza en el momento anterior al impacto. Pero puede hacerse que la pieza se dirija hacia el martillo a la vez que éste va hacia aquélla con lo que se incrementa la velocidad *efectiva* (relativa) del martillo en relación a la pieza y la energía comunicada a ésta. Este es el principio de la máquina de forja por impacto. En algunas máquinas de este tipo, la pieza se coloca en una posición fija, y los pilones se proyectan de modo que alcanzan a la vez los planos de la pieza. En otros sistemas, la pieza se coloca en uno de los pilones móviles y, de nuevo, éstos se dirigen uno hacia otro, de modo que, al juntarse, producen un impacto de gran energía.
Los pilones reciben energía por la aplicación de altas presiones de gas a estas máquinas. En otros tipos de máquinas de impacto, los pilones están conectados mediante vástagos parecidos a los de un trombón, que se expanden cuando los pilones están separados, y se contraen cuando se juntan. Una carga de gas (nitrógeno) se introduce en una cámara de alta presión y en los dos cilindros, que actúan a una presión de 42 kilos por centímetro cuadrado. Este gas se comprime posteriormente por la inyección de aceite en los cilindros, y obliga a bajar un par de pistones por efecto de la presión del aceite. El movimiento del pistón comprime aún más el gas, y en la cámara de alta presión puede alcanzarse, entonces, una presión de 105 kilos por centímetro cuadrado. En ese momento funciona un mecanismo de válvula de seguridad, que permite que la alta presión de gas, debajo de los pistones flotantes, los eleve a su posición anterior "de equilibrio", cerrando al mismo tiempo, la cámara de alta presión. Los pistones móviles están situados, entonces, entre la alta presión del lado de la cámara, y una presión inferior del lado del cilindro. Esto hace que los pistones se desplacen con gran rapidez y que los dos pilones se precipiten uno hacia otro, hasta juntarse, a una velocidad relativa de 70 kilómetros por hora.
Una de las grandes ventajas de este método consiste en que se consume muy poca energía en "machacar" el bastidor de la máquina, como ocurre en los clásicos métodos de forjado. Toda la energía desarrollada se concentra sobre la pieza misma. Esto hace que la operación de forjado sea muy limpia y eficaz, puesto que sobra una cantidad muy pequeña de metal, que hay que eliminar posteriormente, y disminuyen mucho las vibraciones y el ruido. Por otra parte, tiene la ventaja de una gran economía en su instalación, ya que el basamento especial de hormigón armado, en el que se suelen montar las grandes forjadoras, no es necesario.

(Izquierda) Un gas a alta presión llena el sistema y es comprimido posteriormente por unos pistones, que son impulsados hacia abajo por el aceite inyectado. (Centro) La válvula de gatillo se halla cerrada, de modo que el gas, en la cámara a presión, está encerrado. Pero se quita la presión del aceite, y el gas, al pasar, obliga a subir los pistones flotantes. La válvula de gatillo se abre automáticamente, de modo que el gas puede hacer subir el pistón primordial y abrir el cierre principal. El gas, a alta presión, penetra (derecha) y fuerza a los pistones hacia arriba; los pilones se aproximan.



MEDIDA DEL PUNTO DE INFLAMACIÓN

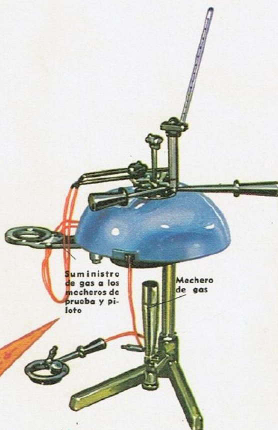


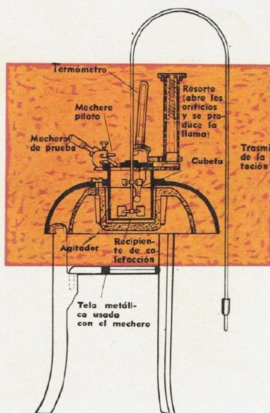
Los combustibles líquidos, especialmente el petróleo, son altamente inflamables; si quiere reducirse al mínimo el peligro de explosión y fuego, se debe poner mucho cuidado en su manejo y almacenamiento. En las estaciones de servicio, los usuarios están obligados a detener el motor de su vehículo y a no fumar mientras cargan combustible. Una chispa sería suficiente para inflamar el vapor de algunos derivados del petróleo.

La temperatura mínima a la que un combustible desprenderá suficiente vapor para producir una llama en cuanto se encienda un fósforo se llama *punto de inflamación (ignición)*. Este dato es muy importante para determinar las condiciones de almacenamiento de un combustible, y se han dictado disposiciones que fijan los puntos mínimos de inflamación permitidos para ciertos derivados del petróleo.

Por ejemplo, el combustible para tractores tiene un punto de inflamación de 43,5° C, el de las máquinas diésel es de 75,5° C, mientras que el punto medio del combustible usado en la calefacción doméstica es de 93° C. En cambio, el punto de inflamación de la gasolina de aviación y de automóviles es de unos —40° C, y por esta causa deben tomarse precauciones especiales en el manejo de estos combustibles. Siempre se corre el peligro de incendio al manejarlos. Se han diseñado diversos aparatos para determinar el punto de inflamación aunque todos ellos tienen una parte en común. Las diferencias surgen del hecho de que cada uno se ha diseñado para funcionar en una determinada zona de temperaturas, y por ello se emplean distintos métodos para alcanzar la temperatura deseada.

Las partes esenciales de estos aparatos incluyen un recipiente central o *cubeta*, donde se coloca la muestra; un calentador, que permite alcanzar la temperatura deseada a un ritmo uniforme, y una pequeña llama, para encender el combustible en el punto de inflamación. Lleva unido un termómetro, para tomar la temperatura de la muestra. Si quiere determinarse el punto de inflamación de una sustancia en un *recinto cerrado*, el aparato se provee de una tapa, en la que hay un pequeño orificio para recibir la llama. El punto de inflamación en un recinto cerrado es menor que en un espacio abierto, e indica el peligro en los tanques de almacenamiento.



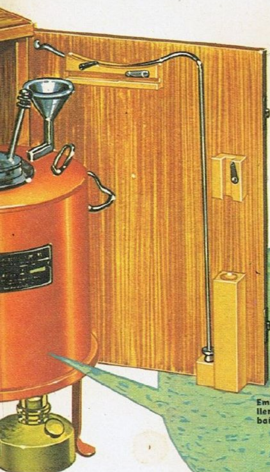


Los puntos de inflamación por encima de 50°C se determinan con el aparato de Pensky-Martens, ilustrado aquí. Puede usarse con o sin tapa, para averiguar puntos de inflamación "cerrados" o "abiertos".

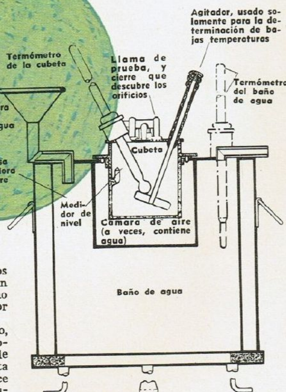
APARATO DE ABEL

Este aparato se usa con las sustancias que tienen un punto de inflamación inferior a los 50° C. Consiste en una pequeña cubeta, colocada en un baño de agua grande, cerrado. Hay un espacio de aire entre el baño de agua y la cubeta. Ésta va provista de una tapa, que ajusta bien; un termómetro con soporte, y una tira, que regula los orificios de ventilación en la tapa. La llama de prueba se coloca encima de uno de estos orificios, de manera que sólo puede alcanzar el vapor de la sustancia que se ensaya cuando los orificios están descubiertos.

Si se piensa que la temperatura de inflamación es inferior a la ambiente, la muestra debe enfriarse antes 20° C por debajo de la temperatura prevista. Simultánea-



Aparato de Abel, utilizado en los ensayos por debajo de 50°C. El agitador se usa solamente en aquellas determinaciones realizadas a tan bajas temperaturas que el combustible se vuelve viscoso.



mente, la del aparato debe reducirse unos 10° C por debajo del punto de inflamación esperado. Para lograrlo, se llena el baño con una mezcla de etilén-glicol y agua, por partes iguales.
Cuando el aparato está suficientemente frío, la cantidad de muestra necesaria se introduce en la cubeta. Entonces, se enciende la llama de prueba, y su tamaño se ajusta hasta que sea el mismo que el del índice de marfil que se encuentra en la parte superior del aparato.
Se calienta suavemente el baño exterior. La finalidad es conseguir que la temperatura del baño aumente, pero no a más de 2° C por minuto. A cada incremento de un grado se acerca la llama a la cubeta, abriendo la corredera, contando tres, y cerrando al contar cuatro. Esto se repite hasta que la llama produce una súbita inflamación en el interior de la cubeta.
Se practica un procedimiento similar a éste para medir temperaturas comprendidas en la zona de 20° a 50° C. Las únicas diferencias son que la muestra no debe enfriarse y que para determinaciones en el intervalo de 20° a 30° C se calienta con un baño de agua a 60° C. No se aplica calor en el ensayo.

APARATO DE PENSKY-MARTENS

Este aparato está diseñado para medir puntos de inflamación en la zona de temperatura por encima de 50° C. La cubeta central queda rodeada con un recipiente lleno de aire, cuyas paredes exteriores pueden calentarse con la ayuda de un mechero Bunsen o eléctricamente. La tapa de la cubeta lleva unido un soporte para un termómetro, la llama para el encendido y un cierre que puede girar por encima de la tapa, de modo que deje abiertos o cerrados unos orificios de la tapa. Un agitador atraviesa también la tapa.
Después de limpiar y secar el aparato, se monta y llena la cubeta central hasta el nivel adecuado. Se pone a calentar de forma que el aumento de temperatura sea de unos 5° C por minuto. La muestra, en la cubeta, se agita en forma constante.
Cuando el cierre deja al descubierto los orificios de la tapa, la llama se dirige automáticamente hacia la cubeta. La llama se aplica a cada aumento de temperatura de 1° C por debajo de 105°C, y a cada dos grados por encima de esta temperatura, hasta que se produzca una llama en el interior de la cubeta.
Una vez averiguado este punto de inflamación del combustible, en el aparato cerrado se remplaza la cubierta de la cubeta por un termómetro y una llama de prueba. Puede hallarse un punto de inflamación a otra temperatura más alta, para el mismo combustible, en recipiente abierto. La causa de que el punto de ignición sea mayor en un espacio abierto que en un recinto cerrado es que las pequeñas cantidades de vapor que surgen son rápidamente dispersadas en el aire circundante, y no se inflaman hasta que se experimenta un aumento de temperatura suficiente para liberar una cantidad de vapor que produzca la inflamación.
Puesto que la cantidad de vapor libre depende de la presión de vapor, se deduce que la presión atmosférica tiene influencia sobre el valor del punto de inflamación. Por tanto, se aplica una corrección que tiene en cuenta la presión. Los puntos de inflamación se determinan, en general, a la presión atmosférica normal (760 mm. Hg.).



En un encendedor, la chispa que salta de la piedra es suficiente para inflamar el vapor de la mecha. Continúa ardiendo gracias al combustible que llega por la mecha.

COMUNIDADES DE PLANTAS

Un robledal en primavera: cerca del suelo se encuentran musgos, anémonas blancas, celidonias más pequeñas, acónitos de invierno y gruesas matas verdes de mercuriales; por encima de ellos, una maleza de arbustos leñosos más robustos, como el avellano, el espino blanco y el endrino; a más altura todavía, las ramas de los árboles, sustentadas por troncos fuertes. Todas estas plantas crecen en un mismo tipo de suelo; todas están sometidas al mismo clima. Juntas forman lo que se denomina *comunidad* de plantas.

La denominación *comunidad* de plantas se emplea mucho en ecología vegetal. Se puede aplicar a cualquier grupo de plantas que forman un tipo distinto de vegetación: desde un bosque hasta las escasas plantas que crecen en los flancos de una duna. Si quiere precisarse el sentido, según el tamaño de la comunidad de plantas se pueden utilizar otros términos. Una *formación de plantas* se refiere a una comunidad en un sentido muy general. Los grandes cinturones de vegetación que se encuentran alrededor del mundo —las selvas, la vegetación del desierto, los bosques de hoja caduca, los bosques de coníferas— son algunos ejemplos. Cuando se estudia con mayor detalle, cada formación de plantas se divide en cierto número de categorías subsidiarias. Los robledales, por ejemplo, son una comunidad pequeña, comprendida en la comunidad más amplia de los árboles de hoja caduca. Para este tipo de comunidad, en la que domina una especie (aquí el roble), se utiliza el término *consociación* (o consocies). Si existen dos o más especies de igual importancia, la comunidad recibe el nombre de *asociación* (por ejemplo, un bosque donde se encuentran mezclados robles y fresnos). Por fin, unas comunidades muy pequeñas, pero distintas, pueden existir en el interior de las asociaciones o de las consociaciones. Por ejemplo, en alguna zona de un robledal pueden prosperar fresnos como especie dominante. En este sitio, esta categoría inferior recibe el nombre de *sociedad de plantas*.

DISTRIBUCIÓN DE LAS COMUNIDADES

¿Por qué las selvas se encuentran únicamente en las regiones tropicales? La aparición y distribución de cualquier tipo de comunidad de plantas dependen de tres factores: el *climático* —que incluye la influencia de la iluminación solar, de la temperatura, del viento, de las lluvias y de la humedad—; el del *suelo* o *edafológico* —composición y propiedades del suelo que soporta la comunidad de plantas—, y el *biótico* —principalmente, la influencia de la población animal sobre la comunidad.

El factor *climático* es, sin duda alguna, el más importante de los tres. La gran variación de los climas, a través del mundo, es la que origina los cinturones de vegetación característicos de las formaciones de plantas. Cualquiera que sea la calidad del suelo, una selva no crecerá nunca en Europa occidental. Las selvas necesitan humedad, calor y una fuerte luminosidad *a lo largo de todo* el año; estas condiciones sólo se reunen en las regiones tropicales. En cambio, Europa occidental —con sus veranos húmedos y templados, y sus inviernos más fríos— es ideal para los árboles de hoja caduca.

Las comunidades de plantas que se encuentran en las dunas toleran un suelo pobre, con un bajo contenido en sales minerales. Aquí, barrones, lechetreznas y cardo corredor marítimos empiezan a colonizar unas arenas movedizas. En el fondo se ven dunas más "maduras", fijadas donde ha empezado ya la sucesión de plantas.



Las comunidades de plantas evolucionan. Desde que nacen, pueden pasar por una serie de cambios (la "sucesión de plantas"), hasta que alcancen el estado de una comunidad forestal avanzada. Imagínese la superficie de un terreno del que ha desaparecido el suelo vegetal por la acción de una excavadora. Las primeras plantas que volverán a colonizar esta superficie serán exploradores rudos, no muy exigentes en lo que se refiere al aporte nutritivo del suelo. En este grupo se encuentran las algas primitivas, los musgos y los líquenes. Al morir unas cuantas generaciones sucesivas de estas plantas, el suelo se va enriqueciendo en humus. Aparecen nuevas especies de plantas —principalmente anuales, con un mecanismo de diseminación eficaz—, que pueden florecer ya en esta tierra más fértil. Sustituyen a los pioneros, pero, en cambio, son remplazadas por plantas perennes posteriores.

Brotan los arbustos y los arbolillos. Al cabo de un tiempo suficiente, árboles mayores podrán establecerse y empezarán a dominar la comunidad. El resultado final es una comunidad estable, en la que ya no ocurrirán grandes cambios. Se ha alcanzado la etapa final, y esta comunidad recibe el nombre de "comunidad clímax" (voz usada en geobotánica para designar una comunidad estable, en equilibrio con las condiciones ambientales).

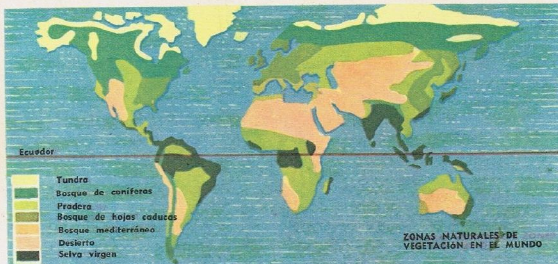
Pero la comunidad clímax sólo es estable si las condiciones ambientales permanecen constantes. Variaciones en el clima, en el suelo, o perturbaciones provocadas por el hombre u otros animales comprometen esta estabilidad. Las especies dominantes pueden declinar y desaparecer, dejando el terreno libre para el crecimiento de nuevas especies. Esto es lo que ha venido ocurriendo en los bosques de Europa occidental, desde finales de la Edad glacial.

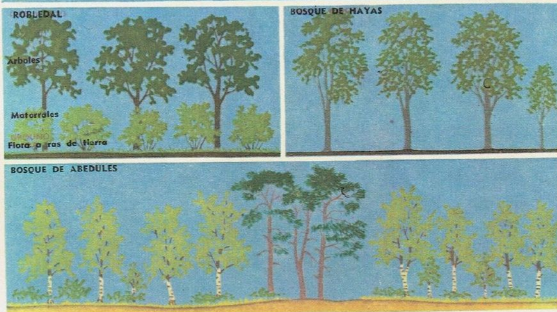
El factor del suelo o *edafológico* tiene una influencia secundaria, pero en modo alguno despreciable, en las comunidades de plantas. Los tipos de asociación y consociación, en el interior de una formación de plantas, dependen, en gran parte, de los suelos. Por ejemplo, en la categoría de árboles de hoja caduca, el roble monopoliza, generalmente, los bosques bajos. El motivo es que los robles están adaptados a las arcillas pesadas y húmedas, que suelen formar las áreas más bajas. Las hayas prefieren suelos ligeros, de poca profundidad, calizos, y, por tanto, crecen desperdigadas sobre los collados y las colinas calizas. Suelos de arena fina, bien drenados, favorecen el crecimiento de abedules y pinos. Aquí también pueden encontrarse robles, pero éstos *(Quercus petraea)* pertenecen a una especie distinta del roble pedunculado *(Quercus robur)* de los suelos bajos arcillosos.

El factor *biótico* significa, teóricamente, la acción de todos los organismos sobre la comunidad de plantas, incluyendo la influencia de unas plantas sobre otras. Pero, en general, este término se utiliza para designar el efecto de la población animal únicamente. Incluye los animales que viven en la tierra, como las lombrices de tierra, las bacterias y los virus; los insectos que trasportan el polen; las larvas destructoras; los animales que ramonean y pastan, como los ciervos y los conejos; las aves que trasportan las semillas.

El factor más importante en las características de toda comunidad de plantas es el hombre.

El impacto del hombre en la comunidad de plantas, con su hacha, su arado y sus rebaños de animales que pastan, es inmenso. Por ejemplo, hace tres mil años, Gran Bretaña se encontraba totalmente cubierta de bosques (excepto en las altas montañas, en los pantanos y en las marismas). Siglos de agricultura han hecho retroceder los bosques hasta la escasa extensión que ocupan hoy día. En lugar de ellos se encuentran comunidades de plantas completamente artificiales —campos de cosechas y pastos cuidadosamente preservados por el hombre para impedir la invasión de las plantas inútiles (las malas hierbas).





Formaciones de plantas en el mundo. El clima es el factor limitante. (Centros izquierda) Consociación en un robledal, que muestra la estructura estratificada de la comunidad. (Derecha) Consociación en un bosque de hayas; la espesa sombra que dan estos árboles impide que se formen niveles inferiores de vegetación. (Abajo) Sociedad de plantas; se destaca nítidamente una mancha de pinos en el interior de un bosque de abedules.

ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES

Por su tamaño, los árboles son los que dominan en el reino vegetal. Su tronco sólido y leñoso permite a las hojas y a las flores abrirse a algunos metros del suelo.

Pero los árboles dominan también de otra forma. Sus hojas, situadas a cierta altura en el aire, reciben el máximo de iluminación solar. En cambio, a través de ellas penetra mucha menos luz para llegar hasta las matas pequeñas y, aún menos, hasta las plantas herbáceas, que crecen cerca del suelo, y los musgos, que se encuentran, prácticamente, al ras de la tierra.

Este efecto de estratificación por capas es una característica de todas las comunidades de plantas. En los bosques alcanza su mayor desarrollo con cuatro "pisos": árboles, arbustos, hierbas y musgos. Fuera de los bosques, la distribución en capas no es tan clara, pero, sin embargo, existe siempre. Los prados, por ejemplo, están formados por una capa superior de hierbas altas y césped, mientras que por debajo hay plantas en roseta y hierbas bajas. El árbol, como planta dominante en una comunidad de bosque, ejerce gran influencia sobre los niveles inferiores de crecimiento. Las hayas proporcionan una sombra muy espesa. Por consiguiente, en un bosque de hayas (el *sotobosque*), la vegetación cerca del suelo será escasa o faltará por completo. Los robles y los fresnos dan menos sombra, y, permiten, por tanto, el crecimiento de un número de plantas mayor y más variado, al mismo tiempo que dejan florecer las plantas de pequeña altura.

Además de las diferencias de intensidad luminosa, en distintos niveles de la comunidad de plantas también se pueden observar ligeras variaciones del contenido de anhídrido carbónico, oxígeno y agua en el aire. Por tanto, en el amplio clima de la comunidad existen también *microclimas* peculiares de cada estrato vegetal.

Cómo se ciega una laguna. A las plantas del cenagal han ido sucediendo matas y arbolillos. La sucesión de plantas acabará en una comunidad límite forestal.







CAMPOS ELÉCTRICOS

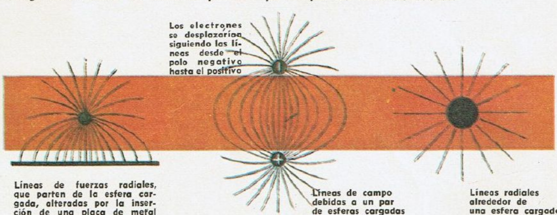
Sobre la materia actúan tres distintos tipos de fuerzas: *gravitatorias, magnéticas* y *eléctricas.* Por la experiencia cotidiana, tenemos una idea de la existencia de estas fuerzas, invisibles pero de gran importancia. Cuando se separa un imán de un trozo de hierro, cuando se levanta un fardo pesado o cuando un peine frotado atrae un trozo de papel, están actuando las fuerzas magnéticas, gravitatorias o eléctricas, respectivamente. Su verdadera naturaleza no se encuentra todavía develada en su totalidad, pero los científicos necesitan medirlas.

Algo que tienen en común todos los tipos de fuerzas es que no sólo debe asignárseles una dirección, sino un sentido. En otras palabras, se trata de magnitudes *vectoriales.* Por ejemplo, no basta con decir que sobre una masa de un kilo, en la superficie de la Tierra, actúa una fuerza de 1 kilo o de 9,8 newtons. En un problema práctico, el ingeniero, por ejemplo, deberá colocar una flecha para indicar que la fuerza actúa en dirección al centro de la tierra. Sabe que esta es la dirección de la fuerza porque, si un madero o una viga pudieran desplazarse libremente, esa sería su trayectoria de caída. De modo similar, si pudiera separarse el polo sur de un imán, se dirigiría hacia el polo norte de otro colocado en sus proximidades. En el polo magnético libre, una fuerza magnética actúa en una dirección definida. Un electrón libre, cargado negativamente, se moverá en dirección de una placa cargada positivamente porque la fuerza eléctrica que lo impulsa tiene también una dirección definida. Alrededor de la Tierra, de un imán o de una acumulación de carga eléctrica existe cierta región en la que una masa, un polo magnético o una carga eléctrica acusarán la acción de una fuerza, y en la que se moverán, si tienen libertad para hacerlo. Estas regiones de influencia reciben el nombre de *campos,* y las trayectorias que se siguen en su interior se llaman *líneas del campo* o *líneas de fuerza.*

Las líneas del campo magnético alrededor de un imán se ponen fácilmente en evidencia con un método muy conocido, que utiliza limaduras de hierro. Se pueden establecer también empleando una pequeña brújula. Con un imán no podrá conseguirse el movimiento de un polo magnético aislado, porque en él, un polo norte no puede separarse nunca de un polo sur; pero el resultado indica cómo se *movería* un polo magnético aislado si se encontrara libre en un plano bidimensional.

Las líneas del campo gravitatorio pueden mostrarse también muy fácilmente en un plano bidimensional. Si se inclina una hoja de cartón plana, una pelota deslizándose por el plano hacia abajo, seguirá una tra-

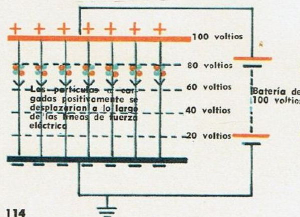
Los campos no uniformes tienen líneas curvas que no son paralelas. Todas estas líneas de fuerza pueden ponerse en evidencia utilizando el método de la "semilla" (ilustración inferior), o pueden averiguarse marcando las líneas de potencial que indique una cuba electrolítica.

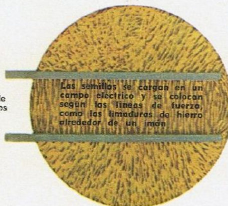


Líneas de fuerzas radiales, que parten de la esfera cargada, alteradas por la inserción de una placa de metal

Líneas de campo debidas a un par de esferas cargadas

Líneas radiales alrededor de una esfera cargada





La placa superior se encuentra a un potencial de 100 voltios, y la placa inferior, a un potencial nulo. Una partícula cargada positivamente se desplazaría a lo largo de las líneas de campo (líneas de fuerza), desde el polo positivo al negativo, cortando en ángulo recto las líneas de potencial. (Derecha) Líneas de campo puestas en evidencia entre dos placas paralelas, al echar semillas en un líquido.

yectoria que corresponderá a una línea del campo gravitatorio. Ésta mostrará cómo está actuando la fuerza de la gravedad sobre la pelota en el plano del cartón, y trayectorias repetidas de aquélla permitirán trazar en éste un "mapa" de las líneas del campo. También puede trazarse en el cartón otro "mapa" de gran importancia. La pelota se desliza a lo largo del plano porque en su parte superior tiene una energía potencial alta, mientras que, en su parte inferior, la energía potencial es baja. La pelota pasa de una posición de energía potencial alta a otra de energía potencial baja. A lo largo del cartón se pueden trazar líneas en sentido trasversal, que unirán los puntos que tengan igual energía potencial. Líneas similares, de potencial gravitatorio idéntico, tienen también utilidad para predecir lo que ocurrirá en un ejemplo tridimensional. Aquí, las líneas son *perfiles*, como en un mapa en relieve que muestra las montañas y los valles. Por ejemplo, si se trazaran en una "colina" de forma cónica perfecta, aparecería una sucesión de círculos con radios crecientes, cada uno de los cuales representaría una *isolínea* de potencial gravitatorio. En una colina irregular, los contornos serían irregulares, pero la trayectoria de la pelota podría predecirse con facilidad —pasaría de un nivel de potencial alto a un nivel de potencial más bajo, y luego a otro de potencial aún menor—. Más aún, seguiría la línea de fuerza gravitatoria que pasa a través de cada nivel, cortándolo en ángulo recto.

En un campo eléctrico ocurren hechos muy similares. Si se encierran dos placas de metal paralelas en una cámara donde se ha hecho el vacío, de forma que una placa esté conectada con el polo negativo de una pila y la otra con el positivo, la primera placa se carga positivamente, mientras que la segunda se carga negativamente. La placa negativa tiene un potencial eléctrico inferior al de la placa positiva, de modo que ésta se encuentra en la parte superior del "plano inclinado" eléctrico. Si una partícula cargada positivamente (por ejemplo, una partícula α emitida por un elemento radiactivo) pasa al interior de esta cámara, se desplazará desde la región de potencial eléctrico más elevado hasta la de menor potencial eléctrico —desde la placa positiva hasta la negativa—. Al hacer esto, seguirá una línea de campo eléctrico y cruzará las líneas de igual potencial eléctrico.

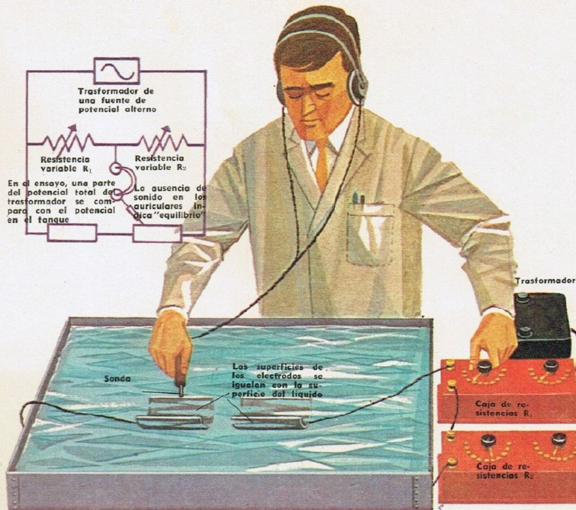
Supongamos que el polo positivo está a 100 voltios, y el polo negativo, "a tierra". Pasará un nivel de potencial de 100 voltios a través del polo positivo, y, sucesivamente, distintos niveles paralelos a las placas se encontrarán en el intervalo a 90 voltios, 80 voltios, etc., hasta el nivel de 0 voltios al alcanzar el polo negativo. La trayectoria de la partícula cruzará los niveles de potencial en ángulos rectos.

En la región central entre las placas, los niveles serán paralelos, sin distorsión, y estarán separados de modo uniforme. Se trata de un *campo uniforme*, y es muy difícil obtenerlo, porque los bordes de las placas tienen efectos perturbadores sobre el campo.

En la práctica, resulta arduo determinar un campo eléctrico, pero se trata de una operación que hay que llevar a cabo para diseñar diversos elementos de equipos electrónicos. Naturalmente, es importante conocer, por ejemplo, la trayectoria que seguirán los electrones en un microscopio electrónico, porque el enfoque preciso de la imagen final depende de ello. En general, las figuras de potencial y las líneas de campo son muy complejas y, por ello, resulta laborioso averiguarlas. No se pueden utilizar electrones aislados o partículas α para trazar esta trayectoria, ya que son invisibles.

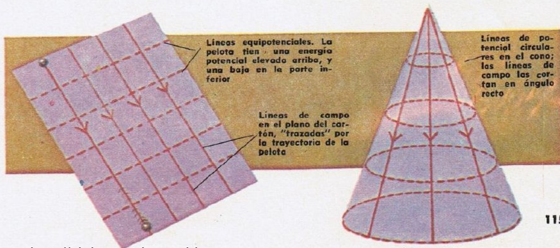
Lo que se hace es construir modelos del sistema, y predecir el comportamiento de los electrones en el sistema real. En uno de estos métodos se apoya una lámina de goma sobre cierto número de soportes. Las alturas de los soportes se calculan de modo que sean proporcionales a las tensiones de los distintos electrodos en el sistema, de modo que la lámina esté colocada en una forma que representa la variación de potencial a lo largo del campo en que se encuentra el equipo. Entonces, se dejan rodar pelotas según las distintas pendientes, y sus trayectorias son similares a las que seguiría el electrón en el modelo real. Las variaciones en la altura de los soportes equivalen a trasformaciones en los potenciales de los electrodos, y pueden estudiarse sus efectos, así como los que resultan de alterar el tamaño y la forma de éstos.

La distribución de potenciales, en el sistema real, puede averiguarse insertando *sondas de potencial* —barras de metal, cuyo potencial puede medirse—. Sin embargo, afectan la distribución y forma de las líneas de campo, de modo que no se puede conseguir una respuesta exacta. Este problema se resuelve utilizando otro modelo: la *cuba electrolítica*. Se ha observado que, si los electrodos - modelo se colocan en un líquido conductor, las lecturas con sondas de potencial no afectan las líneas de campo.

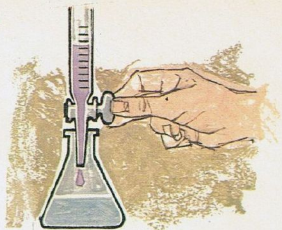


La forma de las líneas de potencial, en el interior y alrededor de electrodos complicados, se averigua utilizando una cuba electrolítica. En un punto, el potencial se comprueba insertando la sonda y ajustando las cajas de resistencia (R_1 y R_2) hasta que no se oiga ningún sonido en los auriculares. De los valores de R_1 y R_2 se deduce el valor del potencial.

Líneas del campo gravitatorio. Una pelota rueda por el plano inclinado; tiene una energía potencial elevada en la parte superior, y una baja en la inferior. Se pueden trazar líneas paralelas de igual potencial a lo largo del cartón. Las líneas de campo se trazan con las distintas trayectorias de la pelota, en ángulo recto con las líneas de potencial.



DISOLUCIONES NORMALES



En análisis volumétrico, la concentración de una sustancia se averigua valorándola con otra de concentración conocida exactamente.

Palabras como *diluida, concentrada, saturada* se usan, a menudo, para indicar la concentración aproximada de una disolución. Sin embargo, estos términos vagos no son siempre aceptables. Cuando se produce un compuesto químico, las cantidades de reactivos deben medirse exactamente, para que no se verifique al azar. Es necesario mezclar las cantidades adecuadas, para que todo reaccione y no quede nada de las sustancias originales en la solución.

Aun cuando un sólido puede pesarse, no es suficiente conocer el volumen de una disolución. La *concentración* de la disolución —la cantidad de sustancia disuelta— debe ser también conocida. Aunque resulta fácil hacer una disolución que contenga cierto peso de sólido por litro, no es la mejor forma de expresar su concentración.

Cuando se añade ácido clorhídrico a una disolución de hidróxido potásico (potasa cáustica), una molécula de cada sustancia reacciona para formar una molécula de cloruro potásico. Puesto que una molécula de ácido clorhídrico (36,5 unidades) es más ligera que otra de hidróxido de potasio (56 unidades), resulta que se necesita una mayor masa de hidróxido de potasio, si se quiere que se forme la mayor cantidad posible de cloruro potásico. Esto puede lograrse con un volumen mayor de hidróxido potásico, si la concentración de ambas soluciones (en gramos/litro) es igual. Una manera cómoda de hacerlo es preparar dos soluciones que tengan el mismo número de moléculas. Así se evitará que quede remanente de las sustancias al mezclarlas en cantidades iguales. Soluciones de este tipo, que contienen un *equivalente gramo* de la sustancia en un litro, se llaman *normales*. Si se mezclan volúmenes iguales de dos soluciones normales adecuadas, no quedará ninguna molécula de los compuestos iniciales, pues reaccionarán entre sí. Esta es una de las ideas fundamentales en las que se apoya un sistema de análisis cuantitativo, llamado *análisis volumétrico*.

Una molécula de hidróxido potásico reacciona con otra de ácido clorhídrico, y las soluciones normales de estas sustancias contienen una molécula - gramo de cada una. Sin embargo, no todas las reacciones son tan simples como esta. Por ejemplo, dos moléculas de hidróxido potásico se neutralizan con una sola de ácido sulfúrico. De manera que un litro de solución que contenga media molécula - gramo de ácido sulfúrico (49 gramos) reaccionará completamente con un litro de solución que contenga una molécula - gramo de hidróxido potásico (56 gramos).

Como 49 g. de ácido sulfúrico reaccionan con la misma cantidad de hidróxido potásico que 36,5 g. de ácido clorhídrico, los pesos de estos ácidos que hay en un litro de solución se llaman *pesos equivalentes*. El equivalente - gramo de una sustancia es siempre igual a su peso molecular o a una fracción de éste (1/2, 1/3).

No siempre resulta conveniente (además que no sería posible, a causa de las bajas solubilidades) preparar soluciones normales. El análisis volumétrico se realiza, generalmente, con soluciones que son diez veces más diluidas. A estas soluciones se les llama *decinormales* o, con más frecuencia, 0,1 N o 1/10 N. Con tal de que se aplique un método

RESULTADOS TÍPICOS DE UNA VALORACIÓN ÁCIDO-BASE

Peso del recipiente + carbonato sódico anhidro 7,529 g.
Peso del recipiente vacío .... 6,288 g.
Peso del carbonato sódico anhidro .... 1,241 g.
5,3 g/l. de carbonato sódico anhidro son 0,100 N

1 g. de carbonato sodico anhidro, en 250 ml., es $\dfrac{0{,}100 \times 4\ \text{N}}{5{,}3}$

1,241 g. de carbonato sódico anhidro, en 250 ml. es $\dfrac{0{,}100 \times 4 \times 1{,}241}{5{,}3}\ \text{N} = 0{,}0936\ \text{N}$

Esta solución patrón de carbonato sódico se valora frente a una solución de ácido clorhídrico de concentración desconocida. La solución del ácido se coloca en una bureta, mientras que, con una pipeta, se miden proporciones de 25 ml. de la solución patrón en varios matraces Erlenmeyer.

LECTURA DE LA BURETA	LECTURA RÁPIDA	LECTURAS EXACTAS		
Segunda división	26,1	48,1	24,2	46,1
Primera división	3,7	26,1	2,3	24,2
Volumen empleado(ml.)	22,4	22,0	21,9	21,9

25 ml. de carbonato sódico 0,0936 N = a 25 ml. de ácido clorhídrico 0,0936 N.

= 1 ml. de ácido clorhídrico 25 × 0,936 N

= 21,9 ml. de ácido clorhídrico $\dfrac{25 \times 0{,}0936}{21{,}9}\ \text{N}$

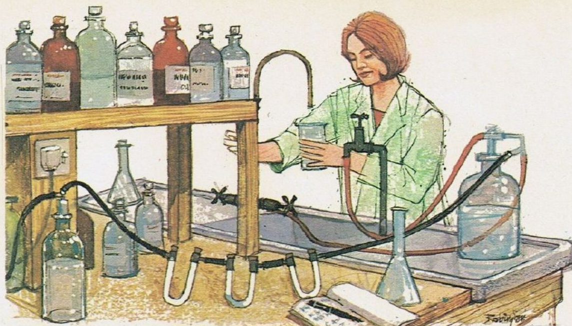
= 21,9 ml. de ácido clorhídrico 0,107 N.

El ácido clorhídrico utilizado es 0,107 N, y puede usarse ya para averiguar la concentración de otras disoluciones alcalinas.

para comprobar cuándo la reacción es completa en una solución, es decir, cuándo han reaccionado las masas equivalentes de las dos sustancias, no importa el volumen tomado de las soluciones. Así 100 ml. de solución de hidróxido potásico, conteniendo 5,60 g./l. (una solución 0,1 N), pueden neutralizarse igualmente con 10 ml. de otra solución normal de ácidos.

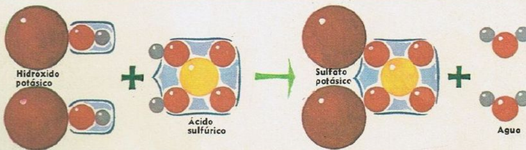
En análisis volumétrico ordinario, el método más usual para comprobar el fin de una reacción es usar un *indicador*, cuyo color cambia cuando ha reaccionado toda la cantidad de una de las sustancias. Para medir la concentración de una solución alcalina se ponen unas gotas de indicador (por ejemplo, fenolftaleína) en la solución, y, como es alcalina, la fenolftaleína toma un color rosa. Sin embargo, en cuanto el álcali se ha gastado por la adición de ácido y hay un pequeño exceso de éste, la solución se decolora.

Si una de las soluciones tiene un color muy fuerte, puede no ser necesario añadir un indicador, puesto que un exceso de sustancia coloreada en la mezcla es una indicación segura de que se ha alcanzado el *punto final* (o sea, que se han añadido cantidades equivalentes de las dos soluciones).



Las soluciones de reactivos utilizadas en los laboratorios suelen prepararse, aproximadamente, 2 N. Como hay sustancias no muy solubles, se preparan entonces en soluciones 0,5 N (cloruro de bario).

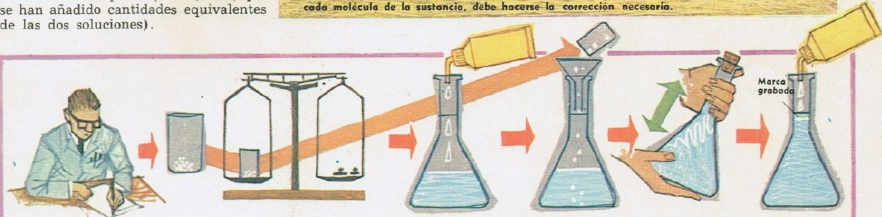
Antes de hallar el peso equivalente de una sustancia debe conocerse cómo reacciona frente a otras. La ecuación muestra dos moléculas de hidróxido potásico reaccionando con una de ácido sulfúrico: el equivalente-gramo de éste es la mitad de su peso molecular.



PREPARACIÓN DE UNA SOLUCIÓN DE 0,1 N DE CARBONATO SÓDICO (CO_3Na_2)

Peso de la molécula gramo = 2 × 23 (sodio) + 12 (carbono) + 3 × 16 (oxígeno) = 46 + 12 + 48 = 106 gramos.

Dos moléculas de ácido clorhídrico reaccionan con una de carbonato sódico, de forma que el equivalente-gramo es la mitad del peso molecular (53 g.). Así, para preparar un litro de solución decinormal se necesitan 5,3 g. de carbonato sódico anhídrico. Para 250 ml. se requieren ¼ × 5,3 g. = 1,325 g. de sólido. Si hay moléculas de agua de cristalización asociadas con cada molécula de la sustancia, debe hacerse la corrección necesaria.



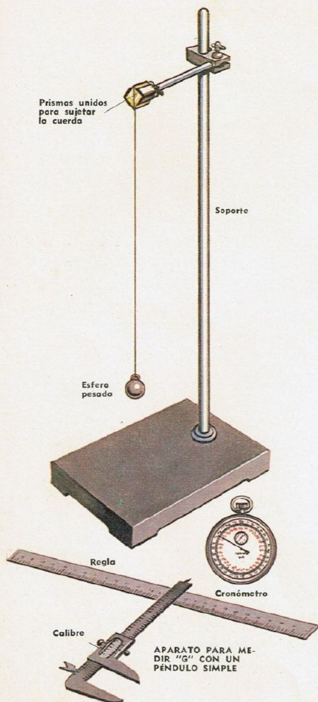
PREPARACIÓN DE UNA SOLUCIÓN PATRÓN

Cualquier solución cuya concentración se conoce con exactitud se denomina "solución patrón". Se puede usar en la determinación de la concentración de otras soluciones con las que reaccione. El análisis volumétrico se efectúa, normalmente, con soluciones decinormales (0,1 N).

El primer requisito para preparar una solución patrón de una sustancia es calcular su peso equivalente. Para ello, se determina el peso molecular, sumando los pesos atómicos de los átomos contenidos en la sustancia. La reacción en la que va a participar indicará la relación entre el equivalente-gramo y el peso de la molécula-gramo.

Si se necesita preparar una solución decinormal, se pesa, en un implemento graduado, la décima parte del peso equivalente-gramo. Luego, se llena parcialmente de agua un matraz aforado de un litro. Se pasan cuidadosamente los cristales de la sustancia a este último (sin perder ninguno en la operación). Después, se agita para disolver los cristales, que deben ser lo más pequeños posible. Cuando se han disuelto todos, se añade más agua destilada, hasta alcanzar el nivel de una marca grabada en el vidrio.

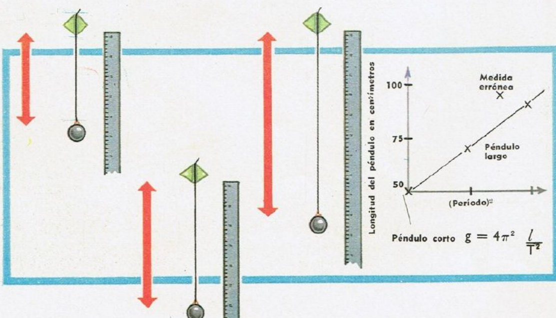
Sin embargo, no es fácil preparar de esta forma soluciones patrón de todas las sustancias. Por ejemplo, el ácido sulfúrico concentrado contiene casi siempre agua; el hidróxido sódico en lentejas absorbe agua mientras se pesa. De manera que para obtener soluciones patrón de estas sustancias se preparan soluciones de concentración deseada aproximada. La verdadera concentración se halla valorando la solución con respecto a otra cuya concentración se conoce con exactitud.



ERRORES EXPERIMENTALES

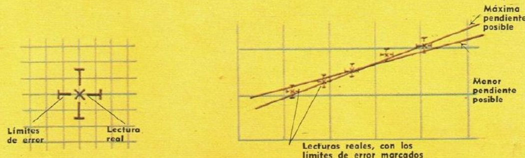
Las únicas pesas y medidas que se pueden considerar exactas son las llamadas *patrón*, que se conservan en lugares adecuados, en ambientes de presión y temperatura constantes. No se puede llamar exacta ninguna medida realizada en un experimento. Una medida muy buena puede aproximarse al valor real, pero siempre estará sometida a un margen de error.
Mediante una buena regla pueden medirse longitudes con una aproximación del milímetro. Una longitud de 97,5 cm., medida con un regla, se escribirá más correctamente poniendo 97,5 ± 0,05 cm. (± significa *más o menos*). La longitud exacta está entre 97,45 y 97,55 cm. Hay, pues, una diferencia de un milímetro entre los valores extremos. Desde luego, contamos con otros procedimientos para determinar la longitud más exactamente. Una regla con un *nonius* o *vernier* reduce el error una diez veces. El error con un nonius puede llegar a ser menor de una décima de milímetro.
En cualquier experimento se pueden realizar varios tipos de medida. Cada una tiene su propio margen de error. En física, un experimento sencillo es la determinación del valor de *g*: la aceleración debida a la fuerza de gravitación terrestre. Para ello puede usarse un péndulo o simple compuesto. El período o tiempo empleado en una oscilación completa del péndulo depende del valor de "g". Un péndulo simple consiste en una pesada esfera de plomo, suspendida en el extremo de un hilo largo.
En un péndulo simple, la fórmula teórica que relaciona la longitud del hilo, el período y el valor de "g" es: *T* (tiempo del período) $= 2\pi\sqrt{1/g}$. Debe hacerse una corrección, por el hecho de que toda la masa de la esfera no está concentrada en un mismo punto (suposición usada para deducir la fórmula a partir de los principios fundamentales), y para tener en cuenta en el

Averiguar la longitud de un péndulo es una operación condicionada a errores. Una forma de reducir el error en la medida de "g" es repetir el experimento con péndulos de distintas longitudes. Después, en una representación gráfica, "g" se calcula por la pendiente de la recta.



cálculo la masa de la fibra (también despreciada en la fórmula). Pero estas correcciones se calculan con facilidad y, seguramente, son pequeñas.
En el experimento, el error real se comete al medir los tiempos de oscilación y la longitud real de la fibra desde el centro de suspensión a la esfera. Esta es la longitud *l* de la fórmula. ¿Dónde está el centro de la esfera? Con un calibre se mide su diámetro en varias direcciones, y se anota el valor medio. Realizar distintas medidas y tomar la medida es una forma de disminuir el error experimental.
El radio de la esfera se deduce a partir del valor del diámetro. Al radio se suma la longitud de la fibra desde la superficie de la esfera al centro de suspensión. Esta suma es la longitud *l*. En muchos laboratorios, la única forma de medir ésta es usando una regla. La medida es difícil de lograr con exactitud, pues la fibra puede ser extensible. Realizando la medida varias veces de la misma forma no se reduce el error, pues pueden producirse las mismas imprecisiones en todas. Para este caso, el mejor método es hallar el período del péndulo con distintas longitudes. Entonces tendremos una variación de dos cantidades: la longitud y el tiempo de oscilación. Podemos representarlas gráficamente y deducir el valor de "g" de la representación gráfica.

Una representación gráfica es una forma de disponer los resultados de un experimento. Un cierto error va asociado a cada medida. Este dato debe marcarse en la representación gráfica. Si ésta es una línea recta, el error máximo puede hallarse a partir de las líneas extremas que pasan a través de los puntos.



USO DE LAS REPRESENTACIONES GRÁFICAS

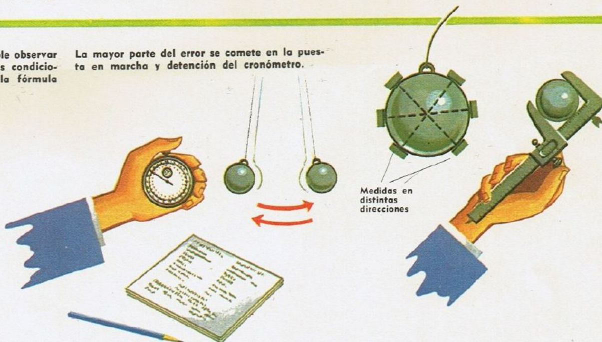
Las representaciones se usan para fijar las medidas experimentales y, a veces, reducir los errores. Un punto erróneo en la representación gráfica no puede ser debido a una variación repentina del valor de la atracción terrestre. El error, probablemente, se debe a una mala lectura de la longitud, a una medida incorrecta del tiempo o a una equivocación en los cálculos. No tiene mucho sentido medir el tiempo de una sola oscilación. El péndulo se pone a oscilar regularmente, sin saltos, en el mismo plano. Cuando lo hace, se cuentan por lo menos veinte oscilaciones. Esto debe repetirse, porque es fácil equivocarse y contar diecinueve o veintinua en lugar de veinte.
Contando veinte oscilaciones, el error por cada una es un veintavo del cometido si se contara una sola oscilación. La mayor parte del error se comete al poner en marcha y al detener el cronómetro —por equivocación, al juzgar que una oscilación es completa cuando en realidad no lo es—. Si se trata de un experimento delicado, el cronómetro debe probarse, para verificar si marcha a una velocidad constante, comprobándolo de varias maneras con otros cronómetros de conocida exactitud.
No es razonable realizar medidas de muchas oscilaciones de un péndulo si el cronómetro está en malas condiciones. Incluso si el cronómetro está previamente contrastado, no es necesario realizar la medida de cientos de oscilaciones, porque el error cometido en esta parte del experimento es menor que el que se comete en la medida de la longitud del péndulo. Es una pérdida de tiempo realizar una medida hasta la cuarta cifra decimal, cuando se puede realizar otra con una precisión que alcanza a la segunda.
En este experimento se representa gráficamente *l* en ordenadas, frente a T^2 en abscisas. La representación gráfica debe ser una línea recta, y la pendiente de ésta, multiplicada por $4\pi^2$, es el valor de "g". Los errores se marcan en la representación gráfica, y una manera de estimarlos es trazar las líneas de pendiente más suave y más abrupta compatibles con los puntos obtenidos. Esto dará la fluctuación de valores posibles para "g".
El valor de "g" varía de un punto a otro en la superficie terrestre, pero es, más o menos, de 981 cm/seg². Si en el experimento hay un error del uno por ciento, el resultado se escribirá así: 981 ± 10 cm/seg². 10 es, aproximadamente, el uno por ciento de 981. El valor real de "g", determinado en el experimento está entre 971 y 991. O sea, que no resulta razonable calcular, a partir de la pendiente de la representación gráfica, un valor de 981,134. No deben ponerse seis cifras cuando ni siquiera las dos primeras son exactas. También es inexacto registrar un valor de 981,000 si en el cálculo se obtiene un valor de 981.

Si se utiliza una fórmula, es razonable observar si en el experimento se cumplen las condiciones que se observaron al deducir la fórmula



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

La mayor parte del error se comete en la puesta en marcha y detención del cronómetro.

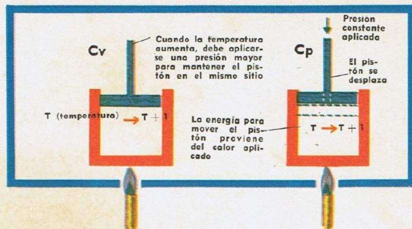


La cuerda debe ser larga, ligera e inextensible; el peso, elevado y de reducido tamaño; las oscilaciones, de ángulo pequeño.

Los errores en el tiempo pueden reducirse midiendo, por lo menos, veinte oscilaciones completas. Debe repetirse, para comprobar si se han contado bien las oscilaciones.

Se mide el diámetro de la esfera para averiguar su centro de gravedad. Debe hacerse varias veces, para comprobar si la esfera es geométricamente perfecta.

EL CALORÍMETRO DE VAPOR DE JOLY



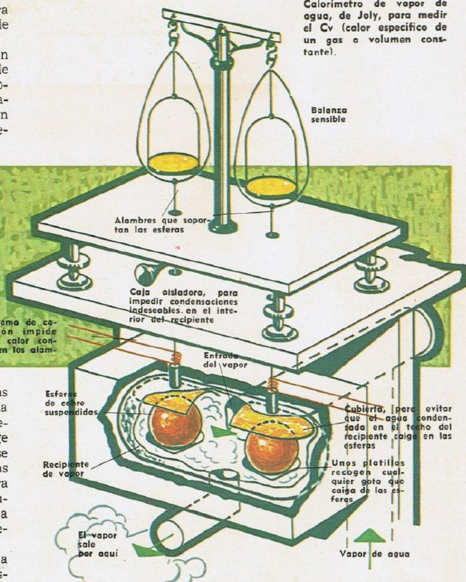
Hay dos calores específicos en un gas: Cv y Cp. Como la energía calorífica se utiliza para desplazar el pistón, Cp (calor específico a presión constante) es siempre mayor que Cv (calor específico a volumen constante).

Aunque el calor específico de un gas (número de calorías necesarias para elevar su temperatura en un grado centígrado) sea muy pequeño como el del aire, al científico puro le interesa conocerlo, y también lo tendrá en cuenta el técnico de acondicionamiento ambiental como un dato importante cuando desee determinar la cantidad de calor necesaria para calentar la masa de aire de una habitación. Hallar el calor específico por el método de las mezclas —el método ordinario para los sólidos— no es útil en el caso de los gases. En éstos se aplica un sistema basado en el uso del calor latente del vapor de agua, ideado por J. Joly. Dos globos de cobre, idénticos, se suspenden de los brazos de una balanza. Cualquier ligera diferencia en sus masas se compensa añadiendo un peso a uno de los platillos. Después de evacuar las dos esferas con una bomba de vacío, una de ellas se llena a gran presión con el gas cuyo calor específico se quiere medir. Se llena a gran presión para que haya una masa ponderable en la esfera. La masa de gas se determina añadiendo pesas al otro platillo.
Las dos esferas suspendidas en la balanza se encierran en un recipiente, en el que se permite la entrada de vapor de agua. El vapor, a 100° C, condensa en las esferas, produciendo agua a 100° C, y su calor latente (el calor, en calorías, necesario para pasar un gramo de agua a vapor sin cambiar la temperatura) se utiliza para calentar las esferas y el gas. En la esfera llena de gas se condensa más vapor, y la diferencia en la cantidad de agua condensada en las dos esferas se equilibra con pesas en el platillo adecuado. Cualquier gota que caiga de las esferas se recoge en unos platillos que llevan colgados. Eventualmente, se calientan los dos globos a 100° C y no se condensa ya más vapor. La cantidad extra de agua condensada en la esfera llena de gas ha cedido su calor latente para hacer que aumente la temperatura del gas, desde la del ambiente a 100° C. Un cálculo sencillo permite conocer el calor específico del gas.
Hay dos calores específicos en un gas: el calor específico a volumen constante *Cv*, y el calor específico a presión constante *Cp*. Si en vez de hallarse en una esfera a volumen constante el gas estuviera encerrado en un pistón deslizante, al aumentar la temperatura ejercería una presión mayor y empujaría el pistón en un recorrido determinado. La energía necesaria para esta expansión proviene del calor añadido, de forma que el calor específico a presión constante es siempre mayor que el calor específico a volumen constante. Éste se determina por el método de Joly. El conocimiento de los dos calores específicos es muy importante para analizar la estructura interna constituyente de un gas.

Masa de gas $= M_{gas}$
Temperatura ambiente $= T_{amb}$
Masa de agua extra condensada con la esfera con gas $= M_a$
Cv = calor específico del gas a volumen constante
L = calor latente del vapor de agua
Masa de gas × calor específico × diferencia de temperatura = masa de vapor condensada × calor latente.

$$M_{gas} \times Cv \times (100^\circ - T_{amb}) = M_a \times L$$

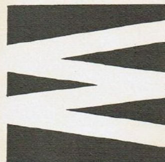
$$Cv = \frac{M_a \times L}{M_{gas} \times (100^\circ - T_{amb})}.$$



Calorímetro de vapor de agua, de Joly, para medir el Cv (calor específico de un gas a volumen constante).

Cubierta, para evitar que el agua condensada en el techo del recipiente caiga en las esferas

Unos platillos recogen cualquier gota que caiga de las esferas



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

PRODUCCIÓN DE ANTITOXINAS

Aunque, por su seguridad y economía, siempre es preferible la terapéutica preventiva por medio de vacunas, a la sueroterapia, ocurren infinidad de casos, sobre todo en naciones que no tienen bien programada la asistencia sanitaria oficial, en que el clínico tiene que enfrentarse con enfermos aquejados de tétanos o de difteria, por no nombrar más enfermedades graves. En estos pacientes hay que recurrir a la terapéutica curativa por medio de sueros que le aporten las antitoxinas correspondientes. En muchos otros casos dudosos, la inyección de suero también se considera como medida adecuada de seguridad.
Por las razones expuestas, casi todos los países cuentan con industrias preparadas para obtener estos sueros.
Pero la producción industrial de antitoxinas es una labor bastante complicada. De su complejidad da idea la simple enumeración de las muy variadas tareas que son necesarias: el mantenimiento y cuidado de las cepas de los distintos gérmenes y la selección de las más activas; la producción de las grandes cantidades de medios de cultivo necesarias para el mantenimiento de estas cepas y, sobre todo, para la producción de toxinas; la obtención de éstas en las proporciones adecuadas para realizar la inmunización de los caballos; el mantenimiento constante de éstos en las condiciones precisas, para que respondan del modo más rápido e intenso posible al tratamiento inmunizatorio; la valoración sistemática del nivel antitóxico alcanzado en cada animal en el trascurso de la inmunización, para determinar el momento en que debe iniciarse la explotación en cada caso; la realización de las sangrías en el momento preciso; la selección y clarificación de los sueros y plasmas nativos, y la determinación adecuada de su destino posterior; el tratamiento enzimático (digestión) y fraccionamiento de los plasmas destinados a la fabricación de los sueros purificados, con su complejo proceso de trasformación; los controles finales de pureza, actividad y esterilidad, y, por último, el envasado. Todo este conjunto de tareas constituye una labor nada fácil de realizar, máxime si se tiene en cuenta que el volumen en que todas estas operaciones se realizan es el correspondiente a una población animal, en explotación, de centenares de caballos.

Pero, además, no hay que dejar de lado que todas las etapas antedichas suponen, a su vez, una serie de operaciones, algunas de ellas muy laboriosas, que hacen que el proceso industrial sea lento, difícil y extraordinariamente complicado. Coordinar todas estas etapas y operaciones de modo que una alteración accidental en una cualquiera de ellas no sólo no detenga, sino que ni siquiera llegue a modificar el ritmo de una producción que necesariamente ha de ser continua, exige un esfuerzo y un control constante de la forma en que se realizan todas las operaciones.
Pero, junto con las anteriores tareas de producción, una industria destinada a estas actividades biológicas no debe olvidar que tiene que mantenerse al nivel de los recientes descubrimientos, poner a punto nuevas técnicas y realizar, en la medida de lo posible, alguna labor original y propia. En el campo de los sueros, el estudio se ciñe, principalmente, al conocimiento profundo del complejo sistema proteico que constituye la sangre, de la naturaleza y lugar que en él ocupa el anticuerpo y de sus relaciones de todo tipo con el antígeno al que debe su formación. Sólo así, desde hace algunos años, ha podido desecharse la prevención que existía contra los tratamientos sédicos, por el choque anafiláctico que producían algunos sueros impuros.
Una de las líneas de investigación en el campo de los sueros consiste en determinar perfectamente la localización de las antitoxinas dentro de los grupos de globulinas que existen en el plasma, lo que puede resolverse mediante minuciosos estudios por técnicas electroforéticas muy sensibles; la posterior separación de las antitoxinas así localizadas puede intentarse por electrodecantación, una técnica parecida a la electrodiálisis de Tiselius.
Luego, es necesario aplicar los diferentes hallazgos de la investigación a los procesos industriales. Esto resulta una tarea muy laboriosa, puesto que la experimentación se realiza, inicialmente, a escala de laboratorio, y sólo después de comprobada y meditada reiteradas veces se llega a introducir en el proceso industrial, ya que es evidente que la introducción accidental de cualquier causa perturbadora en este proceso tan complejo y delicado podría dar lugar a lamentables consecuencias, de muy difícil reparación.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.
Por eso, esta ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, que en un principio se había programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.
Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de TECNIRAMA, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la búsqueda y consulta de cualquier artículo.

EL ALCANCE DE LA TELEVISIÓN

¿Por qué, en ocasiones, puedo captar bien el canal 8 de la emisora Mar del Plata, distante unos 400 Km.? ¿Se debe a factores atmosféricos? R. S.

Usted se halla perfectamente orientado al atribuir a agentes atmosféricos la sintonización del canal 8 de televisión, de Mar del Plata.
Ello se debe a un complejo estado de las capas que componen la baja y media atmósfera (temperaturas, cargas eléctricas, capas de nubes, etc.).
Puede intentar mejorar la sintonización construyendo una antena que capte las microondas, aunque la tarea es algo complicada y costosa. Para informarse de este tema, le sugerimos que lea detenidamente el artículo "Guías de onda", aparecido en TECNIRAMA Nº 119, y, una vez orientado, recurra a un texto más especializado. No obstante, esta empresa es muy costosa y ardua.

EL RELOJ DE LA MUERTE

Creo que el nombre de "Xestobium rufovillosum" dado al insecto "reloj de la muerte" es incorrecto, pues, a mi parecer, dicho insecto pertenece a la familia de los "Anobium" y su nombre científico es "Anobium pertinax". E. C.

El nombre científico que apareció en TECNIRAMA para el "reloj de la muerte" es correcto, aunque usted también tiene gran parte de razón.
En primer lugar, es conveniente advertir, respecto a los nombres científicos de las especies, que existe controversia en muchos casos; hay ejemplos de un mismo animal que se conoce con diversos nombres científicos.
En nuestro caso, aun sin considerar la salvedad anterior, los hechos son los siguientes:
Con la denominación de **Anóbidos** se designa una familia de insectos taladradores de madera y comedores de papel que incluye, principalmente los géneros **"Lasioderma"**, **"Stegobium"**, **"Anobium"**, **"Lyctus"**, **"Ptilinus"**, **"Trypopitys"**, **"Xestobium"**, **"Hadrobregmus"**, **"Hernobius"**, **"Neogastrallus"**, **"Nicobium"** y **"Catorama"**.
El "reloj de la muerte" es, sin duda, el **"Xestobium rufovillosum"**, insecto de unos siete milímetros de largo, roji-



CORREO DE LECTORES

zo o pardo oscuro, moteado por manchas de pelos cortos y amarillentos; su larva mide unos 11 milímetros, tiene la cabeza amarilla, las mandíbulas negras y vive hasta tres años.
El género **"Anobium"**, que incluye varias especies, como la que usted señala, es el escarabajo común de los muebles; su tamaño es algo menor que el del **"Xestobium"**, pues mide de 4 a 6 milímetros de largo. Existen otras características que diferencian ambos insectos; por ejemplo, los orificios que perfora en la madera el "reloj de la muerte" son de un diámetro doble que los realizados por el **"Anobium"**; la larva del **"Xestobium"** tiene dos manchas negras características a ambos lados de la cabeza, mientras que el **"Anobium"** sólo tiene una.
Existe otro insecto al que también se denomina "reloj de la muerte". Se trata del **"Hadrobregmus gibbicolis"**, escarabajo de la familia de los Anóbidos, que tiene un tamaño de 3,5-6,5 milímetros y es de aspecto parecido al **"Xestobium"**; se diferencia de éste en que sus antenas están divididas en 10 segmentos; se lo suele llamar "reloj de la muerte de California" y es característico de Estados Unidos.

Y PARA CONCLUIR...

NOCIONES SOBRE EL TRABAJO Y LAS MÁQUINAS

Trabajo es el producto de la intensidad de una fuerza por el espacio que recorre el cuerpo sobre el que actúa dicha fuerza.
Así, por ejemplo, si empujamos un cuerpo con una fuerza de 10 kilogramos y lo hacemos recorrer 4 metros, el trabajo realizado será:

$$10 \times 4 = 40$$

Si empujásemos un cuerpo con una fuerza de 1 kilogramo y lo moviésemos 1 metro, habríamos hecho un trabajo de:

$$1 \times 1 = 1$$

que es la unidad de trabajo y se denomina **kilográmetro.** Luego, en el primer ejemplo, el trabajo realizado es de 40 kilográmetros.

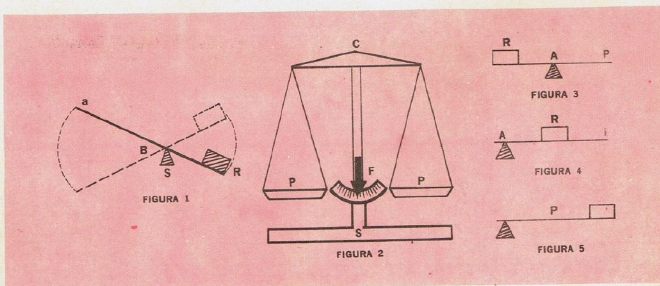


FIGURA 1

FIGURA 2

FIGURA 3

FIGURA 4

FIGURA 5

Si tenemos una barra de hierro **B** apoyada sobre un soporte **S**, y en uno de sus extremos ponemos un peso **R** —tal como se indica en la figura 1—, e intentamos elevar el peso haciendo fuerza en **a**, observamos que es mucho más fácil levantar el peso **R** cuanto más cerca esté el soporte de él. (La línea de trazos indica la posición final de la barra, y la de puntos, el movimiento de los extremos de la barra.) De la figura también se puede deducir cómo el extremo **a** baja más rápidamente que sube el otro.
Con instrumentos semejantes a este, el hombre puede levantar pesos varias veces mayores que su fuerza muscular, o conseguir movimientos mucho más rápidos que los obtenidos por el movimiento de su brazo. Además, este simple instrumento que hemos descrito sirve para trasmitir una fuerza, pues la fuerza aplicada en **a** se manifiesta en el otro extremo, donde levanta el peso **R.** La fuerza que se aplica en **a** se llama **potencia**, y la que hay que vencer (el peso del cuerpo, en este caso), **resistencia.**
Estos instrumentos reciben el nombre de **máquinas** y sirven, como hemos visto, para trasmitir y modificar los efectos de las fuerzas y de las velocidades.
Estas modificaciones siempre se rigen por el siguiente principio: "lo que se gana en fuerza se pierde en velocidad y viceversa".
La máquina antes descrita es la más simple que se conoce, pero de ella se derivan casi todas las demás, por complicadas que sean; se llama **palanca** y es, como hemos visto, una barra rígida que puede girar alrededor de un punto fijo (que es el punto en que toca el soporte), al cual se lo llama **punto de apoyo.**
Hay tres clases de palancas, que responden a las siguientes características:

1º) El punto de apoyo **A** está entre la potencia **P** y la resistencia **R.** Esta es la **palanca de primer género** (figura 3). Un ejemplo muy clásico de ella es el instrumento comúnmente empleado para hallar el peso de los cuerpos, es decir, la **balanza** (figura 2); consta de la **cruz** o barra horizontal **(C)**, que está en equilibrio en su punto medio; los **platillos (P)**, que penden de la cruz; el **fiel (F)**, que es la aguja que oscila a derecha y a izquierda, y el **soporte (S)**, que está constituido por el pie y la columna.
2º) La resistencia está entre la potencia y el punto de apoyo (figura 4). Se trata, entonces, de la **palanca de segundo género.** Ejemplo, el cascanueces.
3º) La potencia está entre el punto de apoyo y la resistencia (figura 5). Son las **palancas de tercer género.** Ejemplo, el brazo del hombre.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	50.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

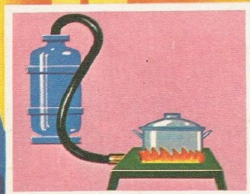
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 21 de febrero de 1966.

Nº 124

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®







SUPERVISOR CIENTIFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **E. MÜLLER (Univ. de Tubingen, Alemania), el petróleo como materia prima. S. ALVARADO (Univ. de Madrid), biología de la leche. G. BRUHAT (Universidad de París), resumen de pilas. F. S. MOARE y W. T. HELL (Ed. International Chem. Series, USA), I. K. Brunel y el "Great Western". A. M. MORGAN (Mount Holyoke College, USA), elefantes del pasado y del presente. J. O. FLYNN (Union Carbide, USA), fotografías en el acto. E. H. RIESENFIELD (Univ. de Berlín, Alemania) y J. M. SAURAS (Univ. de Zaragoza, España), hidruros. L. BRÚ (Univ. de Madrid), estática elemental. A. W. HAUPT (Univ. de California, USA), cultivos de leguminosas. A. S. LONGSDORF (Washington University, USA), las hélices y la cavitación.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicado en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 124

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

EL PETRÓLEO COMO MATERIA PRIMA. — En una gota de petróleo como fondo, se muestra el esquema de su refinación y las aplicaciones de las distintas fracciones obtenidas.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

"Granoductos" en la Unión Soviética. — Una de las máximas conquistas de la técnica actual se refiere al trasporte de materias primas y otros productos por medio de largas conducciones subterráneas.

Esta clase de trasporte resulta mucho más fácil y económico que el tradicional con ferrocarriles, camiones e incluso barcos.

Desde hace años se utilizan oleoductos para llevar petróleo de una nación a otra, o desde un puerto a la refinería del interior del país; gasoductos para trasportar el gas, y otras conducciones para el agua de riegos. También, aunque más recientemente, los sólidos finamente pulverizados (que en tal estado se comportan como fluidos) se trasportan en forma neumática por las fábricas, para ser almacenados o alimentar los reactores; en la actualidad, se está diseñando una serie de conducciones subterráneas para trasladar el carbón molido de las minas soviéticas a las centrales térmicas, situadas, en algunos casos, a más de 400 Km. de distancia; se espera que el costo del trasporte sea la mitad del de los medios convencionales.

Con tales antecedentes, no es de extrañar que los técnicos soviéticos hayan sugerido la construcción de una red de "granoductos" para trasportar los cereales que exige el consumo en las diversas ciudades del país. La técnica no es desconocida a pequeña escala, pues ya se utiliza el trasporte de granos en los puertos de embarque y en los grandes silos de las naciones cerealistas.

Nuevo automóvil "todo terreno". — Una de las mayores dificultades que se oponen al rápido desarrollo de muchas naciones radica en la escasa red de carreteras que poseen, lo que entorpece el necesario trasporte de materias primas y productos elaborados. No se puede improvisar una buena red de carreteras en pocos años, porque el empeño exige cuantiosas inversiones, imposibles de realizar aun para las naciones más prósperas. Hay que tener en cuenta que construir una modesta carretera de asfalto importa unos 20.000 dólares por kilómetro.

Si las naciones son montañosas, como Grecia, el problema se torna todavía más complejo.

Comisiones especiales de las Naciones Unidas, como el Consejo Social y Económico, se ocupan, entre otros asuntos, de los trasportes; en sus conclusiones hay verdaderos aciertos para superar o, al menos, amenguar las dificultades. Una de ellas aconseja la utilización de vehículos "todo terreno", que puedan circular perfectamente por malas carreteras e, incluso, por el campo; deben ser vehículos pequeños, económicos y manejables, diseñados especialmente para las condiciones de los diversos países. Atendiendo a esta indicación de la ONU, la conocida firma estadounidense Chrysler Corporation, en colaboración con otras empresas alemanas y griegas, ha montado en Salónica una fábrica que ya está produciendo el "Farmobil", un nuevo vehículo todo terreno, algo más pequeño y, sobre todo, más económico que el "jeep", pero con una notable capacidad de carga. Tanto el motor como la trasmisión son de marca alemana BMW.



NOTICIAS DE MAÑANA

El competidor del "Concorde". — La carrera en la aviación comercial es impresionante. Modelos recién puestos en servicio son desechados en breve plazo, por resultar anticuados, y otros, en avanzado estado de diseño, son abandonados sin terminar. Hace unos dos años, Inglaterra, deslumbrada por los éxitos del excelente avión "Caravelle", de la firma francesa Sud-Aviation, llegó a un acuerdo con el gobierno francés para colaborar en un proyecto fantástico y revolucionario: la construcción del "Concorde", una gran aeronave que volaría a velocidades 2,5 Mach, la máxima que permite la fatiga de las aleaciones de aluminio.

Pocos meses después, Estados Unidos anunció la construcción, con otras aleaciones, de una aeronave mejor, que alcanzaría los 3 Mach.

Los estadounidenses no han decidido aún la aprobación definitiva de su aeronave **SST.** Sin embargo, la firma Boeing, constructora del avión, prosigue intensamente sus estudios y experiencias. En la actualidad, ensaya, en un monumental túnel de viento de 12 metros de alto por 24 de ancho, una gigantesca maqueta del SST para comprobar su perfil aerodinámico, tanto con las alas extendidas (posición de vuelo lento) como con las alas retraídas (posición de vuelo rápido). La maqueta pesa más de 7 toneladas y es dos veces más larga que un avión de caza de los utilizados en la segunda guerra mundial.

EL PETRÓLEO COMO MATERIA PRIMA

Aunque el petróleo es importante como fuente de lubricantes y carburantes para los motores de combustión interna, los *subproductos* de las refinerías se utilizan como el punto de partida para la obtención de nuevas sustancias. Rápidamente, estos subproductos se han convertido en las principales materias primas para la obtención de una amplia gama de compuestos orgánicos complejos y, en particular, de los *polímeros.*

Hasta hace quince años, las principales fuentes de compuestos orgánicos eran el alquitrán de hulla y el alcohol etílico, obtenido por la fermentación de melazas. Cuando las compañías de petróleo más importantes comenzaron a trasportarlo crudo para su refinación posterior cerca de los centros consumidores, en vez de refinarlo en los campos petrolíferos, se pudo disponer de los subproductos del petróleo en gran cantidad.

Desde un punto de vista económico, esta fue una situación ideal. Por un lado, las refinerías producían hidrocarburos gaseosos (con moléculas que contienen uno, dos, tres o cuatro átomos de carbono), de los cuales había una demanda limitada en aquella época. Por otra parte, varios productos nuevos estaban en etapa de desarrollo y necesitaban materias primas económicas.

Así, pues, los subproductos del petróleo se convirtieron en materiales de partida para muchos otros procesos. Debido a la interdependencia entre las refinerías y las plantas químicas que utilizan sus productos, gran parte de los procesos iniciales se realiza en fábricas que dependen de las compañías de petróleos y de las empresas de productos químicos.

MATERIAS PRIMAS

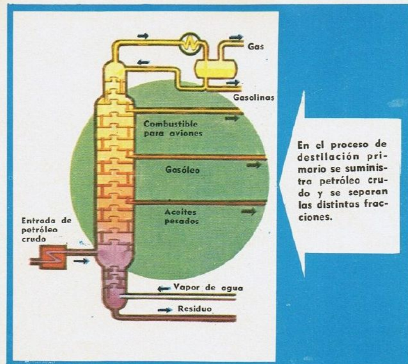
Los elementos básicos con los que se obtiene gran número de compuestos son los hidrocarburos gaseosos, que son separados de los componentes sólidos y líquidos del petróleo crudo cuando éste se destila. También se producen en gran cantidad durante la operación del *craqueo catalítico.* En este proceso, el *gasóleo* (fracción de petróleo con un punto de ebullición más alto que la gasolina) se vaporiza, se mezcla con vapor de agua y se hace circular por un catalizador caliente. Las moléculas más grandes del gasóleo se rompen, para formar moléculas más pequeñas.

Entre los compuestos más importantes que se obtienen por este procedimiento figuran el etileno, el propileno, el butileno y el butadieno. Sus moléculas no están saturadas (es decir, tienen dobles enlaces débiles), y algunos se utilizan para obtener hidrocarburos de *cadena ramificada* de peso molecular mayor, que se añaden a la gasolina para mejorarla (le dan un mayor índice de octano). Como hay una superproducción de gasóleo, no es difícil producir cantidades suficientes de estos compuestos no saturados para atender cualquier demanda.

Antes de que los gases se puedan utilizar en las plantas químicas, deben separarse. Esto se hace por *destilación fraccionada,* que se efectúa a presiones altas y baja temperatura, con lo cual los hidrocarburos se licuan.

Casi todos los gases que provienen de la planta de destilación son hidrocarburos saturados (es decir, los átomos de la molécula están unidos por enlaces sencillos fuertes). El propano y el butano se utilizan, principalmente, como gases trasportables. Éstos se licuan fácilmente a presiones moderadas y se envasan. Las garrafas o bidones de propano y butano se utilizan mucho, sobre todo en los lugares donde no hay gas de alumbrado.

Sin embargo, el metano (gas natural) es importante como materia prima. Este hidrocarburo (CH_4), en sí, es poco reactivo, pero se puede convertir en alcohol metílico (CH_3-OH), que tiene muchas aplicaciones. Esta conversión tiene lugar en dos etapas. Primero, el metano, mezclado con vapor de agua y anhídrido carbónico, se pasa sobre un catalizador caliente de níquel. Se forma una mezcla



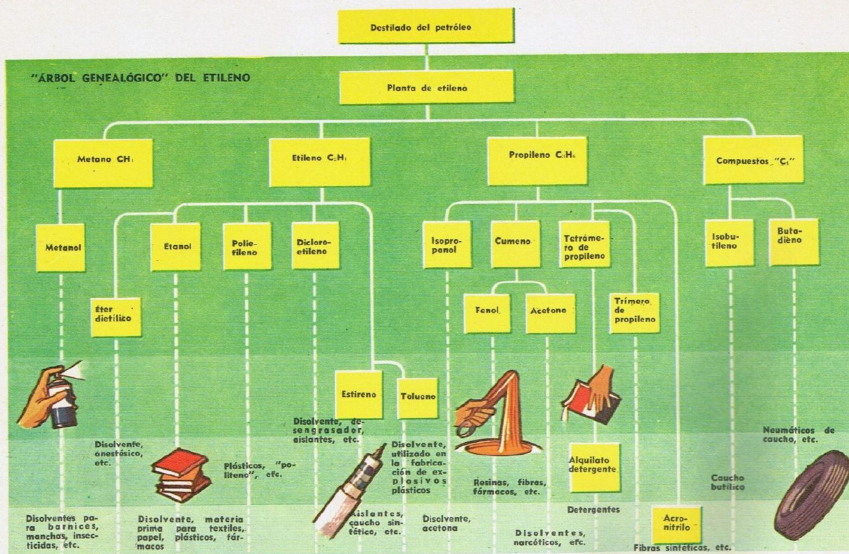
En el proceso de destilación primario se suministra petróleo crudo y se separan las distintas fracciones.

REFINACIÓN DEL PETRÓLEO

En la refinería, la primera operación a la que se somete el petróleo crudo es la "destilación". Ésta separa el petróleo en seis "fracciones", la mayoría de las cuales sufre un tratamiento posterior.

La gasolina destilada contiene gran proporción de parafinas de cadena lineal, que producen el picado o detonación cuando se quema aquélla en el motor del coche. Este efecto se puede disminuir añadiendo a la gasolina parafinas de cadena ramificada e hidrocarburos cíclicos. Para producir estos compuestos cíclicos y ramificados se realizan tres procesos, que son: el craqueo, la polimerización y el "reforming".

Calentando a temperaturas elevadas los compuestos orgánicos, cuyas moléculas constan de muchos átomos, éstos se descomponen, dando compuestos de moléculas más pequeñas. Este proceso, llamado "craqueo", tiene lugar en las refinerías de petróleo, donde se rompen los aceites de alto punto de ebullición y se obtienen compuestos más volátiles, que se pueden añadir a la gasolina. Para facilitar estos cambios químicos se utilizan catalizadores, por lo cual el proceso se llama "craqueo catalítico". Además de dar compuestos adecuados para la destilación de gasolina, también se producen hidrocarburos gaseosos. Estos últimos (que contienen uno, dos, tres o cuatro átomos de carbono por molécula) se obtienen tanto en la etapa de destilación como en las del craqueo catalítico. Algunos de estos compuestos, especialmente los hidrocarburos no saturados propileno y butileno, se utilizan en reacciones de "polimerización", para obtener hidrocarburos ramificados mayores, que, cuando se añaden a la gasolina, le confieren propiedades antidetonantes y elevan su índole de octano. Estos gases son también la materia prima para la industria petroquímica.



de monóxido de carbono e hidrógeno en las proporciones adecuadas. Cuando se comprime la mezcla, se obtiene alcohol metílico.
El alcohol metílico es un disolvente importante como tal, pero grandes cantidades de él se convierten en formaldehído (CH_2O) por una reacción de oxidación. El formaldehído se usa en la preparación de varios fármacos, pero la mayor parte del producto se utiliza en la fabricación de plásticos de fenol-formaldehído (por ejemplo, la *bakelita*).

ETILENO

El etileno y los hidrocarburos superiores no saturados (propileno, butileno y butadieno) son mucho más reactivos que los hidrocarburos saturados, y por eso tienen muchas más aplicaciones como materias primas. Se obtienen, principalmente, en la planta de craqueo catalítico, donde, controlando con cuidado las condiciones de reacción (temperatura y presión) y la proporción de vapor añadido, se puede obtener un gran rendimiento en compuestos no saturados.
Como el etileno es un compuesto no saturado, resulta bastante reactivo. Toma parte en reacciones de adición (es decir, se le pueden añadir otras moléculas), y con facilidad forma polímeros, como el polietileno. La mayor parte del etileno se usa en la fabricación de plásticos: polietileno, poliestireno, policloruro de vinilo (P.V.C.) y acrilonitrilo. El etileno también puede convertirse en alcohol etílico, que se emplea como disolvente. El alcohol se oxida para dar acetaldehído y ácido acético, que, a su vez, se usan como materiales de partida para la fabricación de otros productos
También se utiliza el etileno en la fabricación de óxido de etileno, del cual se puede obtener etilén-glicol, que se emplea como anticongelante en los sistemas de refrigeración de los automóviles. El etilén-glicol es una materia prima utilizada en la fabricación de la fibra artificial llamada *terilene*.
La obtención de alcohol etílico a partir de etileno y agua es también un proceso catalítico en el que se usa ácido fosfórico como catalizador. En este proceso se obtiene, al mismo tiempo, éter dietílico en pequeña cantidad. Sólo un 5 % del etileno que entra en el reactor se convierte en alcohol etílico; por eso, el etileno se separa para reciclarlo, y el alcohol y el éter se separan por destilación fraccionada. El éter que se produce se utiliza como disolvente y anestésico.

La producción de plásticos y fibras artificiales que se derivan del etileno constituyen un tema demasiado extenso para describirlo aquí. En casi todos los casos, la polimerización se realiza abriendo los dobles enlaces y utilizando las valencias libres para unir muchas moléculas entre sí. El polietileno se obtiene directamente del etileno, mientras que el cloruro de vinilo se produce a partir de etileno y cloro, antes de polimerizarlo. El estireno, del cual se obtiene el poliestireno, también se consigue del etileno.
Cada uno de esos plásticos tiene gran variedad de aplicaciones; algunos son buenos aislantes eléctricos, otros resisten el ataque químico. Unos son trasparentes, mientras que otros resultan traslúcidos u opacos.
En la actualidad, el propileno se utiliza principalmente para la obtención de otros compuestos orgánicos intermedios, como alcohol isopropílico, acetona y fenol, entre los más importantes; pero parece probable que en el futuro se utilicen cantidades mayores en la producción de un nuevo plástico: el *polipropileno*.
Actualmente, la acetona se fabrica del propileno por medio de dos procedimientos diferentes. El primero consiste en obtener alcohol isopropílico y luego oxidarlo a acetona. En el proceso más reciente, el propileno reacciona con benceno para dar cumeno, que se oxida después y se descompone en fenol y acetona.
La acetona es un disolvente muy importante y se utiliza en la producción de explosivos y adhesivos. El fenol es uno de los principales materiales de partida para la fabricación de gran número de plásticos y resinas; por ejemplo, el plástico fenol-formaldehído (*bakelita*) y las epoxi-resinas.
Cuando se unen cuatro moléculas de propileno, se obtiene una sustancia llamada *isododeceno* ($C_{12}H_{24}$), que se utiliza en la fabricación de varios detergentes de uso doméstico e industrial.
Grandes cantidades de butadieno ($CH_2=CH-CH=CH_2$) y butileno (C_4H_8) se utilizan actualmente en la producción de varios tipos de caucho sintético y de plásticos. Estos cauchos sintéticos se emplean en la fabricación de suelas de calzado y de neumáticos de automóvil.
Durante el proceso de refinación del petróleo, también se obtiene gran número de compuestos *inorgánicos*. En el petróleo hay varios compuestos de azufre que deben eliminarse y que pueden ser una fuente de azufre para la producción de ácido sulfúrico.
El exceso de gas hidrógeno procedente de las refinerías se puede utilizar en la elaboración de amoníaco, que es un material esencial en la fabricación de varios fertilizantes.

BIOLOGÍA DE LA LECHE

La leche es uno de los productos alimenticios de que dispone el hombre. Aparte de los huevos, es la mejor fuente de proteínas animales y podría resultar una solución al problema mundial de la deficiencia en proteínas en la alimentación. Medio litro de leche de vaca contiene casi diecinueve gramos de proteínas y proporciona alrededor de cuatrocientas calorías. En Israel, el promedio de leche que se obtiene por vaca ha alcanzado la enorme cifra de 4.000 kilogramos anuales (alrededor de 3.250 litros), con un rendimiento de unos 95 kilogramos de proteínas.

Es posible que la ganadería doméstica descienda de los uros salvajes primitivos (*Bos primigenius*), cuyos huesos son frecuentes en los depósitos del pleistoceno, y que vivieron hasta el siglo XVII. Probablemente, se domesticaron en el Medio Oriente, hace unos 6.000 años.

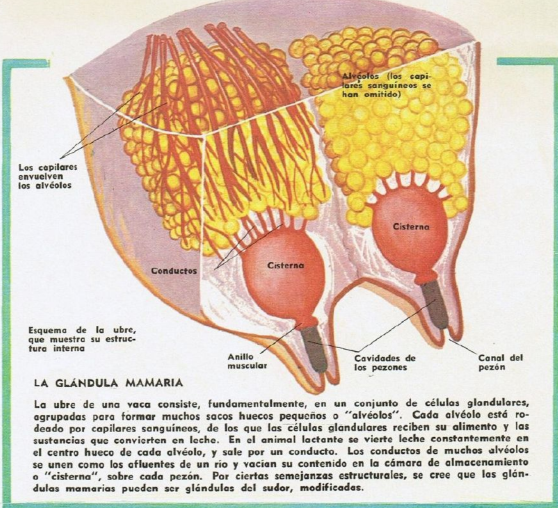
¿QUÉ ES LA LECHE?

La leche es el fluido que producen las glándulas mamarias después del nacimiento de las crías. Es un líquido característico de los mamíferos, que son los únicos animales que maman cuando son pequeños. Desde un punto de vista comercial, las vacas son las más importantes productoras de leche, y las referencias que se hacen a ésta se aplican a la de vaca, a menos que se exprese lo contrario. El metabolismo de una vaca lechera está "dirigido" a la producción de leche, y esta es la razón por la que son más ligeras que las vacas criadas para producir carne.

La leche se compone principalmente de agua, que constituye el 87 % de su peso total, y contiene proteínas, azúcar de leche o lactosa, la mayoría de las vitaminas —aunque algunas están presentes en forma de trazas casi inapreciables—, grasa y varias sales. Es rica en calcio, de gran importancia para el crecimiento del animal joven, cuya única fuente de alimentación, en la primera época de su vida, es la leche. El calcio se necesita en gran cantidad para la formación de los huesos. Su abundancia en la leche humana es, como cabría esperar, bastante inferior a la de la leche de vaca. Las necesidades de un ternero en crecimiento son mucho mayores que las de un niño, que es bastante más pequeño y tiene un crecimiento menos rápido. El tanto por ciento de proteínas en la leche de vaca también es mayor.

La leche es un tipo de coloide llamado *emulsión*, que consiste, físicamente, en un líquido disperso dentro de otro líquido; en este caso, se trata de una emulsión del 3-4 % de grasa en agua, estabilizada por las proteínas de la leche. Su color blanco marfil se debe a que dispersa casi igual todas las longitudes de onda de la luz. El tinte ligeramente amarillo de la nata es producido por un pigmento llamado *caroteno*, hidrocarburo no saturado, que es el precursor de la vitamina A, muy importante para la visión, y que se forma en el hígado. En la parte superior de la leche se forma una capa de crema porque las gotitas de grasa mayores, de menor densidad que el líquido, tienden a flotar. La leche es ligeramente ácida, ya que su pH es de 6,6 hasta 6,8 (pH es la expresión cuantitativa de la acidez o alcalinidad de una solución. Se expresa en una escala que va de 0 a 14).

La proteína principal de la leche es la *caseína* (o *caseinógeno*). Alrededor del tres y medio por ciento de la leche está formado por las proteínas; de éstas, dos tercios son caseína. La enzima *renina* actúa sobre la caseína y produce su coagulación. Es activa, particularmente en los mamíferos jóvenes, cuyo único alimento es la leche. El análisis de las moléculas de caseína indica que contiene todos los aminoácidos esenciales que



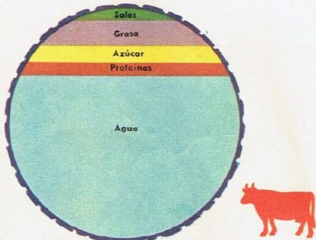
LA GLÁNDULA MAMARIA

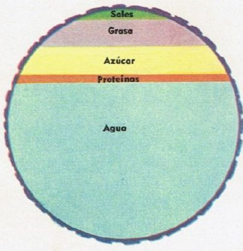
La ubre de una vaca consiste, fundamentalmente, en un conjunto de células glandulares, agrupadas para formar muchos sacos huecos pequeños o "alvéolos". Cada alvéolo está rodeado por capilares sanguíneos, de los que las células glandulares reciben su alimento y las sustancias que convierten en leche. En el animal lactante se vierte leche constantemente en el centro hueco de cada alvéolo, y sale por un conducto. Los conductos de muchos alvéolos se unen como los afluentes de un río y vacían su contenido en la cámara de almacenamiento o "cisterna", sobre cada pezón. Por ciertas semejanzas estructurales, se cree que las glándulas mamarias pueden ser glándulas del sudor, modificadas.

el cuerpo es incapaz de producir por sí mismo.

El único azúcar presente en la leche es la *lactosa*. Se encuentra en la de todos los mamíferos y sólo se forma en la glándula mamaria, no apareciendo en ninguna otra parte del cuerpo. La lactosa es un *disacárido* que se compone de dos moléculas de azúcar: una de glucosa y otra de galactosa. En la leche de vaca hay casi un cinco por ciento de lactosa; pero la leche humana tiene hasta un siete por ciento, y la de la elefanta llega a un siete y medio por ciento. En las conejas sólo aparece un dos por ciento de lactosa. Así, pues, la composición y la calidad de la leche varían considerablemente de unas especies a otras. Resulta interesante saber que en la leche de ballena hay 12 veces más grasa y cuatro veces más proteínas que en la de la vaca. Esto está relacionado con el hecho de que la grasa es un aislante térmico importante para los animales acuáticos, y un almacén de energías para sus largas migraciones desde los mares polares a las aguas templadas.

Que la leche se agrie es debido a la actividad del *Streptococcus lactis* y de otros organismos que la infectan. Estos microorganismos secretan enzimas que convierten la lactosa en ácido láctico. El aumento de la acidez precipita las proteínas de la leche y ésta se corta.





Esquemas que indican los principales constituyentes de la leche de vaca (arriba) y la leche humana (abajo). El principal constituyente es el agua. Obsérvese que el porcentaje de proteínas en la leche de vaca es mayor que en la leche humana, así como la proporción de sales, debido, sobre todo, a las grandes cantidades de calcio presente. El crecimiento del ternero es mucho más rápido que el de un niño y, por eso, necesita más cantidad de proteínas (músculos) y calcio (huesos).

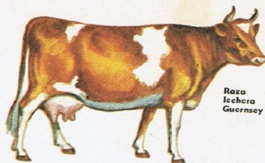
En el cuerpo de los vertebrados, la síntesis de la grasa se realiza principalmente en el hígado. Sin embargo, en la producción de grasas por los mamíferos son también importantes las glándulas mamarias. La mayor parte de las grasas del cuerpo está formada por ácidos grasos de cadena larga, pero las grasas de la leche contienen ácidos grasos de cadena mucho más corta, tales como el ácido butírico y el caproico. Esto está relacionado, probablemente, con la gran producción de ácidos orgánicos —que tiene lugar en la panza (una cámara del estómago de los rumiantes), a partir de las celulosa del material vegetal—, debida a la acción de microorganismos. En la leche humana aparece mucho menos ácido caproico y butírico, y la acción bacteriana tiene lugar en mucha menor escala en el intestino humano.

Las principales grasas son los *triglicéridos*, tales como la *tripalmitina*, la *triestearina* y la *trioleína*. Además, la leche contiene lípidos, como la *lecitina* y el *colesterol*. Este último está relacionado químicamente con las sales biliares y las hormonas sexuales.

Las sales más importantes de la leche son cloruros y fosfatos de calcio, sodio y potasio. El calcio y el fósforo son especialmente necesarios para la formación de dientes y huesos. Cada litro de leche contiene 1.200 miligramos de calcio (el queso tiene, prácticamente, la misma cantidad en 100 gramos). Las vitaminas C y D están presentes en cantidades despreciables, por lo cual en la leche en polvo y en los productos para la alimentación de los niños se añaden vitaminas, para evitar el raquitismo. Del complejo de vitaminas B, sólo se encuentra la riboflavina, pero todas las demás están presentes con cantidades especialmente grandes, como la ya citada riboflavina y el ácido pantoténico. La leche humana contiene más ácido ascórbico.

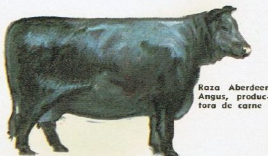
FORMACIÓN DE LA LECHE

La ubre de la vaca tiene una gran irrigación sanguínea, y en el abdomen de una vaca lechera pueden verse venas prominentes. Se podría pensar que las células productoras de leche de la ubre simplemente filtran sustancias de la sangre, y con ello hacen la leche. Sin embargo, esto sólo es cierto en parte. Es verdad que la sangre contiene azúcares, grasas, proteínas, vitaminas, sales y todos los demás ingredientes de la leche. Sin embargo, el azúcar de la sangre es glucosa, y el de la leche, lactosa. Es evidente, pues, que en la ubre ocurren cambios químicos durante la formación de la leche, y, aunque la química completa de su formación no se conoce mucho, lo poco que sabemos confirma la existencia de un mecanismo metabólico delicado y muy complejo.



Raza lechera Guernsey

Los dibujos muestran los aspectos característicos de la vaca lechera (arriba) y de la productora de carne (abajo). La segunda tiene una constitución más pesada y el pecho muy desarrollado; su metabolismo determina, con preferencia, la producción de carne. La primera es menos pesada y, fundamentalmente, su especial metabolismo le hace producir más leche.



Raza Aberdeen Angus, productora de carne

La mayor parte de nuestros conocimientos del proceso se debe al empleo de isótopos radiactivos. Por ejemplo, marcando glucosa con carbono-14 (un isótopo radiactivo del carbono), se ha demostrado de modo concluyente que la lactosa se forma con glucosa procedente de la sangre. Primero, la glucosa se convierte en galactosa y, luego, una molécula de ésta se combina con otra de glucosa para dar lactosa. La secuencia precisa de las reacciones controladas por enzimas, mediante la cual el proceso tiene lugar, no se conoce con certeza, pero se sabe que es un proceso más complicado que el de las dos etapas mencionadas aquí, y probablemente ocurre a través de varias conversiones de fosfatos orgánicos intermedios.

Con experimentos parecidos, marcando grasa de la sangre, se ha comprobado que parte de la grasa de la leche proviene de la sangre, sin que haya cambio químico. Probablemente, la fuente más importante de ácidos grasos es el ácido acético, que se forma en la panza por descomposición de la celulosa, debida a microorganismos. Cada molécula de ácido acético tiene dos átomos de carbono, pero, a causa de las reacciones enzimáticas, estas unidades de dos áto-

mos de carbono se unen entre sí para formar cadenas de hasta dieciséis átomos. El ácido palmítico tiene dieciséis átomos de carbono en su molécula. Pero los ácidos grasos con 18 o más átomos de carbono (por ejemplo el ácido esteárico) se obtienen, casi con seguridad, directamente de la sangre.

El mecanismo de la síntesis de las proteínas no se conoce. Sólo se sabe, con bastante certeza, que las proteínas de la sangre no intervienen en la producción de caseinógeno. Su molécula se sintetiza a partir de los aminoácidos "libres" de la sangre, que pasan a través de las glándulas mamarias.

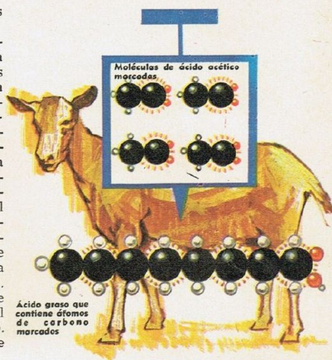
CONTROL DE LA SECRECIÓN DE LA LECHE

Pareciera que ninguna parte distante del cuerpo ejerce un control real sobre la glándula mamaria, por lo menos en lo que a la calidad de la leche se refiere.

La calidad de la leche que se produce depende, hasta cierto punto, de la dieta de la vaca, aunque puede cambiar mucho sin que tenga ningún efecto apreciable. Una deficiencia general en la alimentación disminuye el volumen de leche producido, pero no la calidad, puesto que la vaca consume sus reservas para compensar los defectos de la dieta. Un ejemplo de esto es el agotamiento de las reservas de calcio. Si la dieta es continuamente deficitaria en calcio, aparece una gran pérdida de este elemento en los huesos; en casos agudos, incluso llega a producir anomalías del esqueleto, que pueden perturbar la capacidad de reproducción de la vaca. El contenido en grasa de la leche puede variar con la dieta. Una vaca alimentada con hierba fresca o con una dieta pobre en cereales y celulosa, pero rica en concentrados de proteínas, puede tener una disminución de grasa de mantequilla de más de un cincuenta por ciento. Esto se debe, en gran parte, a que la actividad microbiana se reduce mucho en la panza, puesto que las bacterias tienen menos materiales que fermentar.

Cuando se ordeña una vaca, hay un intervalo de medio minuto hasta que la leche comienza a fluir libremente. Antes de que esto ocurra, aumenta la presión en los conductos de la glándula mamaria. Ello se debe a la acción de la hormona *oxitocina*, que actúa sobre las células musculares que rodean los conductos y los alvéolos de la glándula. La oxitocina se produce en la parte posterior de la glándula pituitaria, en respuesta al masaje, como consecuencia del reflejo nervioso que resulta, y es trasportada por la sangre a la glándula mamaria, donde produce la contracción de las células musculares y, con ello, la salida de la leche a través del pezón. Esta misma hormona es la causante de las contracciones del útero, durante el nacimiento de un ternero o de un niño. Probablemente, la formación de la leche se inicia por medio de otra hormona, llamada *prolactina*, que se secreta en el lóbulo anterior de la glándula pituitaria. La cantidad de leche que se produce depende, en gran parte, de las excitaciones de la succión del ternero o las equivalentes cuando se ordeña. Un ordeño frecuente y completo es un factor importante en la buena administración de la ganadería lechera. La succión y el ordeño mecánico parece que aumentan, mediante reflejos nerviosos, la producción de prolactina, que, a su vez, estimula la actividad de las células productoras de leche.

El desarrollo de la glándula mamaria en la vaca joven, y la proliferación de sus tejidos durante la preñez, dependen de una serie de hormonas, principalmente sexuales, como estrógenos y progesteronas. De hecho, preparan la glándula mamaria para la acción de la prolactina. La vaca no produce leche hasta que ha tenido un ternero; para obtener la mayor cantidad posible de leche durante su vida, es deseable que tenga varios terneros y, por tanto, varios períodos de lactancia.



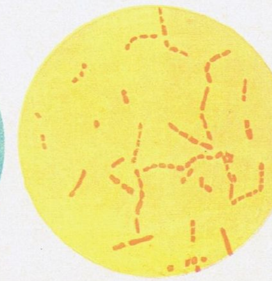
En las cabras, la inyección de ácido acético marcado tuvo como consecuencia la formación de ácidos grasos de cadena corta, a partir de las unidades de 2-C de ácido acético. Posteriormente, se aislaron de la leche ácidos grasos marcados.

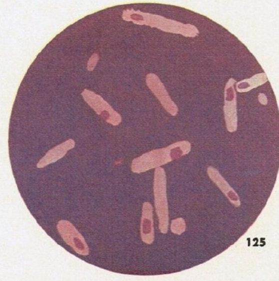


Las gotículas de grasa más grandes que tiene la leche se separan, en la superficie, del resto acuoso, formando la crema. Su color amarillento se debe al pigmento caroteno.

Algunas de las bacterias existentes en la leche o los productos lácteos. (De izquierda a derecha) "Streptococcus lactis", organismo que, al producir ácido láctico, causa el agriamiento de la leche; "Streptococcus thermophilus" y "Lactobacillus bulgaricus", que se utilizan para la obtención del yogur, y "Clostridium tyrobutyricum", bacteria anaerobia que produce las burbujas de los quesos duros.

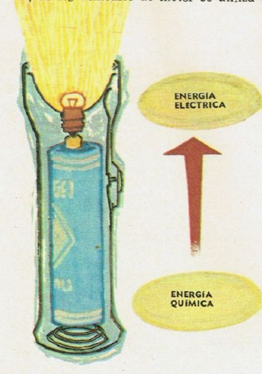




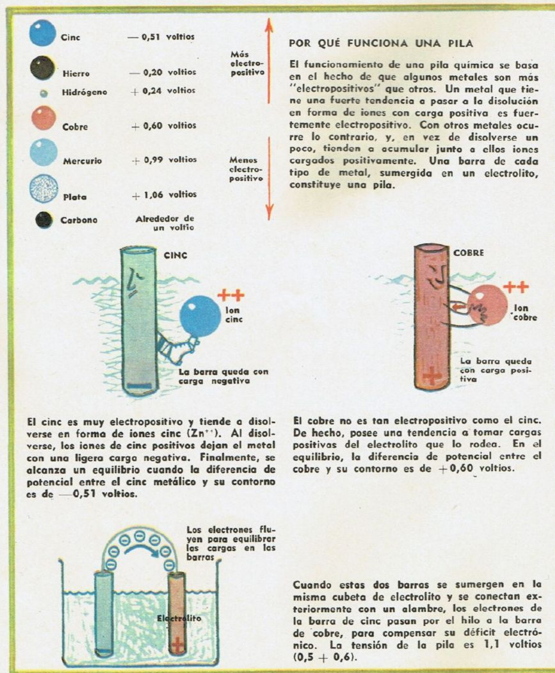


RESUMEN DE PILAS

El proceso químico que tiene lugar en una pila eléctrica crea un exceso de electrones en un electrodo y un defecto (déficit) en el otro. Cuando la pila se conecta a un circuito externo, los electrones pasan de un electrodo al otro, intentando "compensar" el desequilibrio electrónico.
Cada tipo de pila tiene su tensión inicial propia. Una pila de Daniell tiene una tensión de 1,1 voltios, y una pila seca (de las usadas en linternas), 1,5 voltios. Esta tensión no depende del tamaño de la pila, de manera que la pila grande puede tener los mismos voltios que la pequeña.
La única ventaja es su duración. La pila grande, con su mayor proporción de productos químicos, dura mucho más que la pila miniatura, que se consume en seguida. Cuando alguno de los componentes químicos se gasta, la tensión disminuye y la corriente vacila y desaparece. Esto es lo que ocurre cuando la luz de una linterna eléctrica comienza a debilitarse y, finalmente, se apaga.
La pila Daniell y la pila seca son dos *pilas primarias*. Consumen energía química y suministran energía eléctrica. Cuando se han gastado, quedan dos alternativas: llenarlas con más productos químicos o tirarlas y comprar otras. Lo que no puede hacerse es recargarlas suministrándoles una corriente continua para rejuvenecerlas.
Este tipo de recarga es el que se hace con las pilas o células *secundarias*. Cuando se han gastado, se les puede hacer circular electricidad, para recargarlas. Por este motivo, en los vehículos de motor se utiliza el acumulador de plomo —una pila secundaria—, en vez de las pilas secas, pues sería necesario recambiarlas constantemente.
Para obtener las tensiones utilizadas en la práctica se acostumbra asociar un número de pilas en *serie*, para sumar sus tensiones. Dos pilas secas, conectadas una a continuación de otra de manera que el final de la primera toque el principio de la segunda, constituyen otra pila, cuya tensión total es de 3 voltios, típica de las lámparas eléctricas de bicicleta.
Cuando se conectan varias pilas de este modo, el sistema se llama *batería*. Una batería de 12 voltios, para una radio de transistores, consiste en 8 pilas secas de 1,5 voltios cada una.
Constantemente se hacen investigaciones para fabricar pilas secas más eficaces y más pequeñas, necesarias en los transistores y en los proyectiles dirigidos, entre otros aparatos. En la actualidad, también es posible comprar baterías secas secundarias portátiles, que se pueden recargar.



La pila funciona como un depósito de energía química: cuando se cierra el circuito donde está conectada, suministra energía en forma de corriente eléctrica.



POR QUÉ FUNCIONA UNA PILA

El funcionamiento de una pila química se basa en el hecho de que algunos metales son más "electropositivos" que otros. Un metal que tiene una fuerte tendencia a pasar a la disolución en forma de iones con carga positiva es fuertemente electropositivo. Con otros metales ocurre lo contrario, y, en vez de disolverse un poco, tienden a acumular junto a ellos iones cargados positivamente. Una barra de cada tipo de metal, sumergida en un electrolito, constituye una pila.

El cinc es muy electropositivo y tiende a disolverse en forma de iones cinc (Zn^{++}). Al disolverse, los iones de cinc positivos dejan el metal con una ligera carga negativa. Finalmente, se alcanza un equilibrio cuando la diferencia de potencial entre el cinc metálico y su contorno es de —0,51 voltios.

El cobre no es tan electropositivo como el cinc. De hecho, posee una tendencia a tomar cargas positivas del electrolito que lo rodea. En el equilibrio, la diferencia de potencial entre el cobre y su contorno es de +0,60 voltios.

Cuando estas dos barras se sumergen en la misma cubeta de electrolito y se conectan exteriormente con un alambre, los electrones de la barra de cinc pasan por el hilo a la barra de cobre, para compensar su déficit electrónico. La tensión de la pila es 1,1 voltios (0,5 + 0,6).

POLARIZACIÓN

Cualquier electrodo que atraiga cargas positivas atrae iones de hidrógeno, que, al descargarse, forman burbujas del gas, que recubren el electrodo e impiden que funcione la pila. Para evitar esta "polarización", se ha de practicar un procedimiento para eliminar químicamente los iones hidrógeno, antes de que tengan ocasión de formar las burbujas de gas polarizante.

Las burbujas, alrededor del electrodo, impiden el paso de la corriente

PILA DANIELL

La pila Daniell puede mantener, durante un largo período, una corriente pequeña a 1,1 voltios.

PILAS LECLANCHÉ

La pila de Leclanché, ahora poco usada, fue la antecesora de las pilas secas utilizadas en las linternas. El cinc es más electropositivo que el carbono. Los electrones cedidos por el cinc, al ionizarse, pasan a través del circuito externo, para ser atrapados por el carbono con déficit de electrones. En la pila seca, el cinc hace, a la vez, de recipiente.

PILAS SECUNDARIAS

El acumulador de plomo se usa en las baterías de los automóviles; es una pila que se descarga, del mismo modo que las pilas primarias. La diferencia estriba en que las reacciones químicas que tienen lugar son "reversibles". Durante la descarga, los electrodos se van convirtiendo en sulfato de plomo. Cuando se suministran electrones en sentido opuesto, durante la carga tienen lugar las reacciones contrarias. Los iones sulfato que se habían quitado de la disolución ácida, vuelven a ella, y los electrodos regeneran de nuevo plomo y bióxido de plomo, respectivamente.

PILA PATRÓN WESTON

Esta pila no se utiliza para obtener corriente eléctrica. Sirve de patrón, con el cual se pueden determinar con exactitud otros potenciales. El potencial de una pila Weston es 1,018636 voltios.

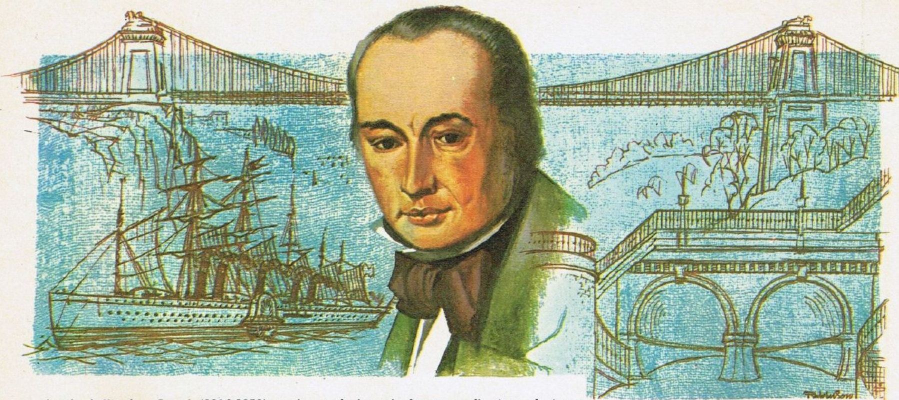
PILAS ALCALINAS

Las pilas o baterías no han de tener, necesariamente, un ácido como electrolito. Los álcalis también pueden usarse. Una batería alcalina típica se compone de pilas alcalinas níquel-cadmio. Esta pila, como el acumulador de plomo, es secundaria, ya que consume energía química durante la descarga y la regenera en la carga. Una sola pila tiene una tensión de 1,2 voltios. Constantemente se están fabricando nuevos tipos de pilas secas. La pila primaria alcalina de mercurio puede hacer el trabajo de una pila Leclanché seis veces mayor.

Se hacen baterías con pequeñas pilas o células. Pueden ser de muchos tamaños

Una célula alcalina de mercurio-cinc suministra energía a un reloj de pulsera eléctrico

El cadmio es más electropositivo que el níquel y se ioniza, dejando un exceso de electrones que circula a través del circuito externo, para ser cedido a los iones de níquel.



Isambard Kingdom Brunel (1806-1859) y algunas de las más famosas realizaciones de ingeniería en las que intervino.

I. K. BRUNEL Y EL "GREAT WESTERN"

Desde edad temprana, el inglés Isambard Kingdom Brunel demostró una facilidad natural para el dibujo. Esta aptitud fue fomentada por su padre, que era un ingeniero de reconocida capacidad. En 1820, a la edad de 14 años, Brunel fue a París para estudiar en el *College Henri Quatre*.

Tres años después, a su regreso de París, Brunel entró en las oficinas de la empresa de ingeniería de su padre. En 1825, éste recibió el encargo de construir un túnel bajo el río Támesis, desde Wapping a Rotherhithe, y el joven Brunel fue nombrado ingeniero residente, encargado del proyecto. Después de luchar durante tres años, en los cuales el río inundó las obras en varias ocasiones, el proyecto fue abandonado. El trabajo se reanudó mucho después, y el túnel, por el que todavía pasa un ramal del ferrocarril de Londres, se acabó en 1843.

Sin embargo, diez años antes, Brunel fue nombrado ingeniero jefe del recién fundado ferrocarril *"Great Western"*, cargo que ocupó durante trece años. Su trabajo consistió en proyectar y construir la primera línea de ferrocarril desde Paddington, en Londres, hasta Bristol. Él era experto en la construcción de puentes y en la excavación de túneles. Para disminuir los riesgos de accidentes durante la construcción de túneles, inventó un *protector*. Éste permitía a los trabajadores excavar sólo una sección del frente. El acceso a las distintas secciones se hacía por medio de puertas en el protector y, como éste tenía sus propios soportes del techo, había menos peligro de derrumbamientos.

Brunel no sólo era un magnífico ingeniero, sino un hábil negociador con los propietarios de las tierras. Muchos de éstos, a pesar de que con el ferrocarril se revalorizarían sus fincas, se oponían enérgicamente a que pasara por ellas la vía férrea. En consecuencia, a veces era necesario pagar enormes indemnizaciones por los terrenos sobre los que se construía la línea. En otras ocasiones fue preciso hacer desvíos muy costosos, para no cruzar algunos predios. A pesar de todo, Brunel consiguió construir líneas con curvas suaves y pequeños gradientes.

Basándose en razonamientos teóricos, Brunel adoptó un tipo de trocha ancha (2,10 m. entre carriles, en vez de 1,43 m., como en otros lugares de Gran Bretaña) para las líneas del *"Great Western"*. Él aseguraba que con su ancho de vía se conseguía mayor seguridad, más rapidez y comodidad en el trasporte. Sin embargo, esto hizo muy difícil el intercambio de tráfico entre el *"Great Western"* y otras líneas. La "batalla de los anchos de vía" duró muchos años, pero finalmente, en 1892, el *"Great Western"* cedió y adoptó el ancho corriente.

Para extender los servicios de la compañía más hacia el oeste, Brunel diseñó un barco de vapor, de paletas, que haría la travesía del océano Atlántico. Este barco, llamado *"Great Western"*, hizo su primera travesía trasatlántica en 1838, en un tiempo de 15 días. Brunel proyectó dos barcos más —el *"Great Britain"* y el *"Great Eastern"*—; el segundo fue botado en 1859, pocos días antes de morir Brunel, por exceso de trabajo.

Entre los puentes más famosos que construyó está el *"Royal Albert Bridge"*, por el que cruza el ferrocarril sobre el río Tamar, en Saltash, Cornwall. Brunel también diseñó el *"Clifton Suspension Bridge"* (puente colgante), sobre el Avon, pero no vivió para verlo construido.

Nacido en Portsmouth en 1806, Brunel fue un ingeniero extraordinario, un proyectista atrevido y un exquisito dibujante, que ya a los 24 años fue elegido miembro *"Fellow"* de la *Royal Society* de Londres. Su genio fue el que dio al ferrocarril *"Great Western"* un carácter especial, que no ha perdido del todo, incluso después de la fusión, en 1948, con los otros ferrocarriles de Gran Bretaña, para formar un sistema único nacionalizado.

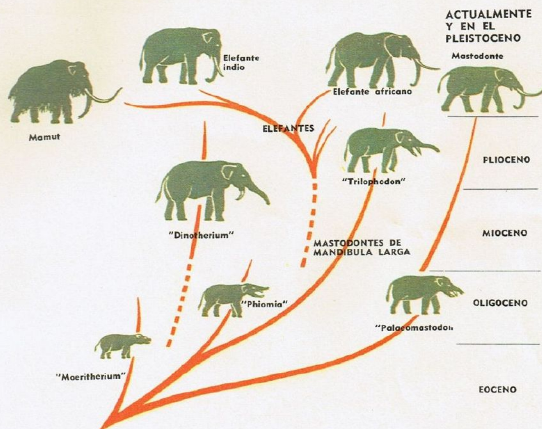
ELEFANTES DEL PASADO Y DEL PRESENTE

Los primeros elefantes que aparecieron en la Tierra vivieron en tiempos del eoceno, hace unos sesenta millones de años. Los fósiles más primitivos que se conocen se descubrieron en Egipto y corresponden a un animal llamado *Moeritherium*. En su aspecto general, aquella criatura no se parecía a un elefante moderno. Sólo tenía unos sesenta centímetros de altura y carecía de trompa. Sin embargo, la estructura del cráneo y la forma de los dientes demuestran que era una clase muy primitiva de elefante.

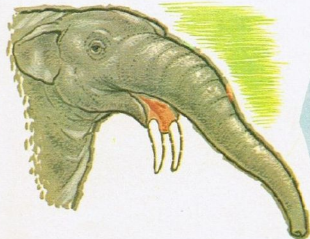
A partir de unos antepasados parecidos a éste surgió toda una serie de elefantes —los actuales, y otros que se extinguieron—, que constituye un total de alrededor de trescientas cincuenta especies.

El *Moeritherium* continuó viviendo durante el período oligoceno, en el que también aparecen en Egipto dos especies más de elefantes primitivos. Éstos eran el *Phiomia* y el *Palaeomastodon*. Probablemente, los tres tuvieron un antepasado común, del cual evolucionaron desde los primeros mamíferos placentarios. El *Phiomia* y el *Palaeomastodon* eran bastante más grandes que el *Moeritherium*, y algunos de los posteriores tenían aspecto de elefantes. En ellos se habían desarrollado ya los colmillos en ambas mandíbulas, y probablemente poseían una trompa incipiente. La mandíbula inferior era larga, especialmente en el *Phiomia*.

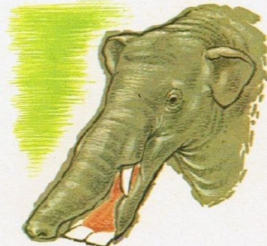
A principios del mioceno (hace unos veinticinco millones de años), los descendientes de aquellos elefantes primitivos se habían extendido desde África a Eurasia y América del Norte. La mayoría de ellos, llamados colectivamente *mastodontes*, había evolucionado del *Phiomia* y del *Palaeomastodon*, aunque existían otros, llamados *dinoterios*,



Árbol genealógico de los elefantes. Algunas de las ramas tienen un origen desconocido, pero todos deben provenir de un antepasado como el "Moeritherium". Los parientes más próximos de los elefantes que viven en la actualidad son los pequeños damanes y las vacas marinas, que están agrupados con ellos como "sub-ungulados".



Dos de los extraños elefantes del mioceno. (Izquierda) Cabeza típica de dinoterio. Carecía de colmillos en la mandíbula superior, y los de la inferior estaban curvados hacia atrás. (Derecha) Uno de los "colmillos-palas", llamados de este modo por su gran mandíbula inferior. Probablemente, estos elefantes vivían en zonas pantanosas, y con su gran mandíbula recogían la vegetación como con una pala.



TAMANO DE LOS ANIMALES

Durante su evolución, los elefantes han tenido una tendencia general a aumentar de tamaño. También ocurrió esto mismo a muchos mamíferos. Un tamaño más grande puede dar al animal más fuerza y rapidez, cualidades que son ventajosas. La selección natural favorecería a los mayores, especialmente en los climas fríos. La relación de superficie a volumen es menor en los animales grandes, que pierden, en proporción, menos calor. Sin embargo, un animal grande necesita mucha comida, y los cambios repentinos del clima pueden agostar los pastos, dejándolos en posición desventajosa. Esta debe ser la causa por la cual los tipos grandes de elefantes y otros mamíferos primitivos han desaparecido.

que provenían de otra línea de evolución, cuyo origen no se conoce con certeza. Estos animales eran grandes y tenían aspecto de elefantes, pero, a diferencia de todos los demás proboscidios (verdadero nombre de los animales que constituyen el grupo de los elefantes), no poseían colmillos en la mandíbula superior. Otra peculiaridad era que los colmillos de la mandíbula inferior estaban curvados hacia atrás. Aparte de aumentar de tamaño, los dinoterios (*Dinotherium*) cambiaron poco durante los veinticinco millones de años que vivieron en África y Eurasia.

Los mastodontes se desarrollaron durante el mioceno, el plioceno y hasta bien entrado el pleistoceno. La mayoría, que probablemente evolucionó de antepasados del tipo *Phiomia*, tenía mandíbulas inferiores largas, que a veces formaban como grandes "palas" y que dan lugar al nombre de "colmillos-palas". Normalmente, les crecían colmillos en las dos mandíbulas, y el aspecto de su cuerpo era de elefante. La trompa típica apareció, con probalidicidad, durante el periodo mioceno.

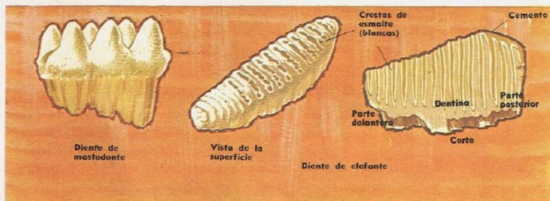
Otro grupo, el constituido por los llamados mastodontes "verdaderos", se asemejaba más a los elefantes actuales. Sus mandíbulas inferiores no eran grandes y largas, y se cree que se derivaron del *Palaeomastodon*. Los mastodontes verdaderos experimentaron pocos cambios a lo largo de toda su existencia hasta la extinción del mastodonte americano, hace sólo unos miles de años.

Los elefantes verdaderos (incluyendo los famosos mamutes) fueron los últimos proboscidios que aparecieron. Los fósiles más antiguos provienen de rocas del plioceno, en la India, y tienen menos de diez millones de años. Los elefantes se distinguen fácilmente de la mayoría de los mastodontes, por su cabeza más alta, la mandíbula inferior más corta y sin colmillos, y especialmente por la estructura de los dientes molares. Los molares de los mastodontes —varios en cada mandíbula—, tienen una forma característica, con picos. En los elefantes, son enormes y están formados por placas de esmalte y dentina, separadas por cemento. Nunca se han encontrado más de cuatro dientes (dos arriba y dos abajo) en las mandíbulas de los elefantes, excepto en los más primitivos.

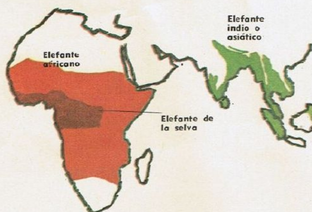
Los verdaderos elefantes no proceden de los mastodontes, y se ignora su origen. El tipo más antiguo que se conoce se ha llamado *Stegodon*, y sus descendientes parecen haber seguido dos líneas: una condujo al elefante africano, y otra, a los mamutes y al elefante asiático.

Se sabe que existieron mamutes de varias especies diferentes, pero no son muy distintos del elefante asiático o indio. El mamut lanudo de las Edades Glaciales del pleistoceno es el más conocido. Las pinturas rupestres del hombre prehistórico representan con frecuencia este animal. Se han descubierto huesos, e incluso animales completos congelados, en el suelo de la tundra de Siberia. La carne de uno de estos animales congelados estaba lo bastante fresca como para ser consumida, aunque tenía varios miles de años.

El mamut lanudo estaba cubierto por pelo largo, como indica su nombre. Esto le permitió vivir en el clima frío de la Edad Glacial. Los colmillos del animal adulto eran enormes estructuras curvadas, que a veces se unían para formar un círculo grande. Es difícil imaginar para qué les servirían; tal vez los usaban para apartar la nieve de la vegetación.



Dientes molares de un mastodonte y de un elefante. Los del mastodonte eran muy pequeños, comparados con los del elefante, y tenía varios, a la vez, en cada mandíbula. El diente del elefante puede tener hasta treinta centímetros desde la parte posterior a la delantera.

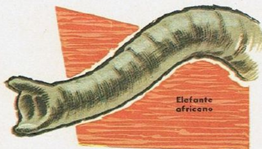


Distribución de los elefantes actuales. El elefante africano de la selva, perteneciente a una subespecie, es considerablemente más pequeño que el elefante típico: sólo mide unos dos metros y cuarenta centímetros de altura hasta el hombro, cuando está completamente desarrollado.

ELEFANTES DE HOY

De todo el gran número de proboscidios que han existido, sólo dos géneros, con tres especies, viven en la actualidad: el elefante africano (*Loxodonta africana* y *Loxodonta cyclotis*) y el elefante indio o asiático (*Elephas maximus*), que se diferencian en varios detalles. Hasta el principio de este siglo, incluso estas especies estaban en peligro







Las trompas de los elefantes se derivan del morro y de la mandíbula superior. La punta es diferente en las distintas especies.

de extinguirse. Ahora se les ha concedido cierta protección, y aumentan en número otra vez.

Lo más característico de los elefantes es su tamaño. Un elefante africano puede llegar a crecer más de tres metros de altura y pesar siete toneladas. El elefante indio es ligeramente más pequeño. Hay otras subespecies, tales como el elefante africano de la selva, que sólo alcanza dos metros cuarenta centímetros de altura. Los elefantes son, con mucho, los animales terrestres más grandes. Las jirafas son más altas que ellos, pero sólo por sus cuellos largos y delgados.

Para sostener su gran peso, los elefantes tienen enormes patas en forma de columnas, que les dan un aspecto torpe. Sin embargo, pueden correr a bastante velocidad y sin hacer ruido. Tienen una especie de almohada de tejido bajo sus pies, que hace que sus pisadas sean silenciosas. Se logra amaestrar a los elefantes para que levanten las patas, pero no pueden saltar en absoluto, ya que la estructura de sus extremidades no es adecuada para realizar tales ejercicios.

El cráneo es grande, pero relativamente ligero. Los huesos están llenos de cavidades y canales (*sinus*), que contienen aire. Sin esas cavidades, el animal no podría levantar la cabeza, porque, en un elefante grande, sólo los grandes incisivos superiores, mal llamados colmillos, pueden pesar 150 kilos. El cerebro es grande, aunque no en relación con el tamaño del cuerpo. El elefante es un animal inteligente, cuya memoria es una característica bien conocida. Los sentidos del olfato y del oído los tiene bien desarrollados.

La trompa del elefante actúa como otra extremidad especialmente útil. Le permite tomar alimentos del suelo y de los árboles, y también la utiliza para beber, ya que succiona el agua con ella, pasándola luego a la boca. La trompa está formada por muchas bandas de músculos, y se puede acortar y alargar, o curvarse en cualquier dirección. Es de una extraordinaria sensibilidad al tacto, especialmente en la punta. Es conocida la habilidad del elefante para tomar una moneda del suelo y ponerla en el bolsillo de su guardián.

El elefante es vegetariano, y, cuando esta completamente desarrollado, puede comer en un día hasta 250 Kg. de hierba y hojas. No resulta sorprendente, pues, que devasten los sitios en que viven, cuando se concentran muchos en pequeñas zonas. Sin embargo, la digestión del elefante no es muy buena, porque en las heces se encuentra gran cantidad de material vegetal no alterado, a pesar de las enormes superficies trituradoras de sus molares.

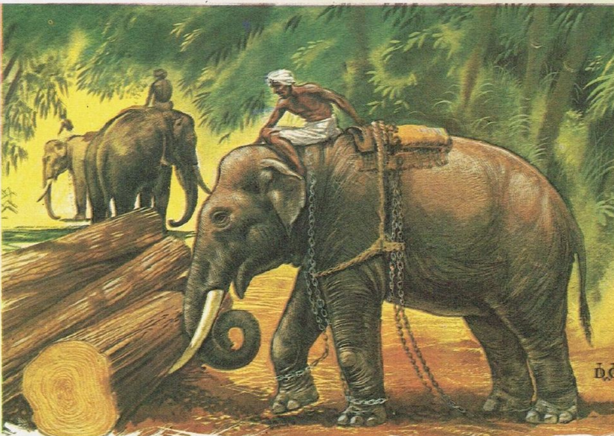
Sólo tienen un molar a la vez en plena función, en cada mitad de las mandíbulas. Estos dientes están formados por placas de esmalte y dentina, que sobresalen como crestas sobre el cemento y constituyen las superficies trituradoras. A medida que el molar se desgasta, va siendo sustituido por otro, que crece debajo. El diente viejo se absorbe de modo gradual dentro del cuerpo, y los últimos restos caen. Durante su vida, al elefante le salen sólo veinticuatro molares, seis por cada mitad de mandíbula. Si los últimos dientes se desgastaran, el animal moriría de hambre, puesto que no podría alimentarse. Sin embargo, casi todos los elefantes mueren por otras causas, antes de llegar a esta situación. En estado salvaje, el elefante alcanza, por término medio, los cincuenta años.



"Moeritherium", el proboscidio más primitivo que se conoce. Sus restos se han encontrado en rocas del eoceno, en Egipto. La posición de los ojos y de los orificios nasales indican que el animal vivió en charcos, como el hipopótamo actual.

Se ha hablado mucho de "cementerios" de elefantes, a los que se supone que van a morir. No hay razones para pensar que tengan ninguna existencia real; los "cementerios" que a veces se han encontrado son debidos, casi seguramente, a una enfermedad, tal como el ántrax, que ha exterminado a toda una manada a la vez. El instinto gregario es muy fuerte en los elefantes y, normalmente, viven en grupos familiares, conducidos, en la mayoría de los casos, por una hembra. El grupo puede consistir en un número de hembras emparentadas, con sus crías y algunos machos. Durante los períodos secos, los grupos se unen, formando grandes manadas. Emigran con frecuencia, y son magníficos nadadores.

El elefante domesticado puede realizar muchos trabajos; así, en la India es un valioso auxiliar del hombre. Contrariamente a la creencia popular, el elefante africano también puede ser amaestrado. Los elefantes que utilizaron las tropas cartaginesas eran, probablemente, de origen africano. No es cierta la fábula de que los elefantes tienen las uñas de color rosa.



Un elefante indio ayuda en el trabajo. Estos animales tienen una fuerza enorme y son muy útiles para el trasporte de madera en zonas accidentadas. Los elefantes africanos también se pueden amaestrar para el trabajo, pero se los domestica con menos frecuencia que a sus primos indios.

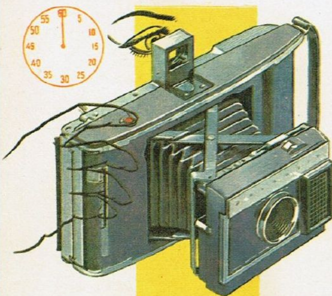
FOTOGRAFÍAS EN EL ACTO

Un día, durante la segunda guerra mundial, una niña pidió impaciente ver las fotografías que su padre acababa de tomarle.

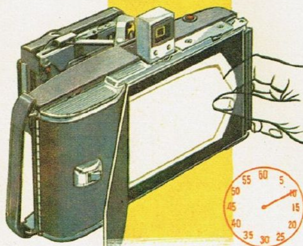
El padre explicó a la niña que tendría que esperar, ya que necesitaba tiempo para revelar los negativos y hacer las copias de los mismos. Entonces, se le ocurrió que el proceso fotográfico normal era muy lento y que podría acelerarse. Aquel hombre era Edwin Land, y con él nació la idea de fabricar máquinas fotográficas con las que fuera posible obtener una fotografía en el acto.

Land se encontró con gran número de problemas para realizar su nueva idea; pero, en un tiempo increíblemente corto, resolvió los problemas químicos y físicos básicos. En 1947 se comenzó el trabajo para la producción comercial de la película y de la cámara especial. En 1948 salieron las primeras cámaras *Polaroid Land*, que tuvieron un éxito inmediato. Se necesitaban sólo sesenta segundos para obtener la foto acabada.

Las primeras películas *Polaroid* daban fotos color sepia, pero posteriormente se sustituyeron por películas que lograban las verdaderas copias en blanco y negro. Durante todo este tiempo se han ido introduciendo perfeccionamientos en la película. Hoy se pueden conseguir películas muy rápidas, que dan excelentes fotos aun en condiciones de iluminación insuficientes. En algunas se ha logrado que el proceso dure diez segundos, y hay películas para efectuar fotografías en colores. Las cámaras también han sido perfeccionadas, y actualmente existen varios modelos.



Cámara "Polaroid Land J66" en funcionamiento. Diez segundos después de haber movido la película, puede sacarse la copia por la parte posterior de la cámara (abajo).



CÁMARA "POLAROID LAND" MODELO J66

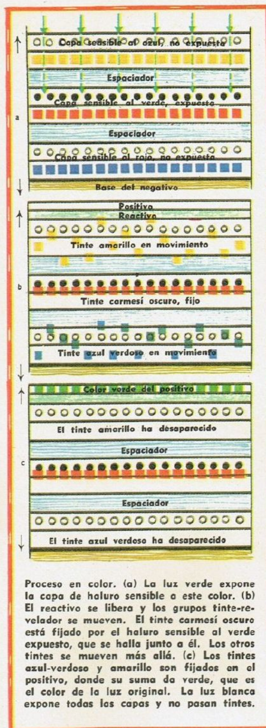
Esta es la cámara *Polaroid* más sencilla, con la que se pueden hacer fotografías perfectas siguiendo sólo algunas instrucciones. Un *carrete fotográfico* —que consta de material negativo y positivo, y de reactivos— se carga en la parte posterior de la cámara. El rollo negativo (la película) encaja en un extremo; el positivo (el papel fotográfico), en el otro. La cámara está diseñada para que el material negativo se mueva exactamente detrás de la lente. Para esta cámara se debe utilizar película muy rápida, aunque también es posible impresionar películas en color con correctores especiales para el fotómetro.

Una vez cargada, la cámara está lista para su uso. No requiere enfoque, excepto para objetos muy próximos, y en este caso hay que utilizar un dispositivo especial. La lente funciona con una abertura muy pequeña, alrededor de f32, o la cuarta parte de la abertura de una cámara sencilla de tipo "cajón". Esta abertura pequeñísima es posible por la gran rapidez de la película, que necesita muy poca luz para que la exposición sea correcta. La abertura pequeña da una gran profundidad de campo —desde 1,35 metros a infinito—, y por eso no hace falta enfocar. El ojo eléctrico (un fotómetro acoplado al obturador) selecciona automáticamente la velocidad de exposición necesaria. Con luz muy intensa, incluso la velocidad más rápida del obturador puede dejar pasar excesiva cantidad de luz, y la foto tendrá demasiada exposición. Esto se puede evitar en cierta medida, moviendo el anillo de ajuste a *darken* (oscurece), con lo que se disminuye la abertura. Igualmente, si el obturador no deja pasar bastante luz en días nublados, puede aumentarse la abertura ajustando el anillo a *lighten* (ilumina). Una aguja indicadora de la cámara (unida al fotómetro) señala cuando la luz no es suficiente; entonces, hay que utilizar *flash*. La cámara dispone de un disparador de "flash".

Cuando se dispara el obturador, la película se expone a la luz de modo normal. El extremo del rollo sobresale por uno de los lados de la cámara y, cuando se tira de él, se mueve el negativo, que, dentro de la cámara, pasa por dos rodillos junto con una parte del papel positivo. La presión de estos rodillos rompe una pequeña cápsula de reactivo revelador, unido al papel, que resbala sobre las dos superficies y las



Proceso en blanco y negro. La luz incide sobre el negativo (a) y descompone parte del haluro. Cuando el reactivo revelador se libera (b), el haluro no expuesto pasa hacia el positivo, donde se descompone y forma una imagen de plata depositada (c).



Proceso en color. (a) La luz verde expone la capa de haluro sensible a este color. (b) El reactivo se libera y los grupos tinte-revelador se mueven. El tinte carmesí oscuro está fijado por el haluro sensible al verde expuesto, que se halla junto a él. Los otros tintes se mueven más allá. (c) Los tintes azul-verdoso y amarillo son fijados en el positivo, donde su suma da verde, que es el color de la luz original. La luz blanca expone todas las capas y no pasan tintes.

impregna. Con ello comienza el revelado y, cuando ha trascurrido el tiempo que se recomienda, puede sacarse la fotografía, acabada, de la parte posterior de la cámara. Sin embargo, las copias en blanco y negro no son estables, y deben recubrirse con un material especial que se suministra. Si no se hace esto, las fotos presentan esfumaturas.
Los negativos de la mayoría de las películas de *Polaroid* se sacan de la cámara cuando se coloca la película para la nueva foto, tirándoselos luego. Están sobre una base de papel, y no son apropiados para sacar más copias. Éstas se pueden hacer de las fotografías originales. Sin embargo, actualmente hay películas positivo/negativo en las que éste no se halla sobre papel, y puede utilizarse para hacer más copias.

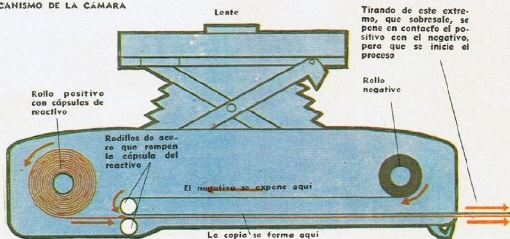
EL PROCESO "POLAROID"

En la fotografía normal, cuando se expone el negativo a la luz, el haluro de plata (el material sensible a la luz) se descompone más o menos. Los cristales de haluro afectados continúan su descomposición durante el revelado, depositándose plata en las zonas afectadas por la luz. El haluro de plata no afectado se disuelve y elimina con el fijador. Entonces, el negativo es oscuro en los sitios que corresponden a las zonas claras del objeto original, y trasparente en donde había zonas oscuras. Para hacer una copia, se proyecta luz sobre el papel sensible, a través del negativo. La luz no pasa por las zonas oscuras del negativo, y el positivo no se oscurece; de este modo, la copia reproduce exactamente los tonos claros y oscuros. Edwin Land quiso condensar todos estos procesos en una sola etapa, que durase poco tiempo, pero se le plantearon muchos problemas físicos y químicos. Aunque el material negativo es básicamente el mismo que el que se utiliza en la fotografía normal (con la excepción de que está sobre papel), el material positivo y los reactivos químicos son muy especiales, y su composición es un secreto bien guardado.
Cuando se ha expuesto el negativo, se tira del rollo, poniéndose en contacto los materiales positivo y negativo. La presión de los rodillos extiende una película uniforme de fluido sobre la superficie, comenzando el proceso. Un componente del líquido revela el haluro de plata expuesto por el procedimiento normal, haciendo que la plata se deposite en el negativo. Los cristales no afectados por la luz se disuelven en otro componente del líquido y pueden llegar a la película de material positivo. La superficie del papel positivo está recubierta con productos químicos, que hacen que el haluro de plata disuelto se descomponga y deposite plata en el positivo. Así, el positivo (copia) tiene zonas oscuras que corresponden a las zonas no expuestas del negativo (es decir, las zonas oscuras del objeto original). La mayor parte del líquido se absorbe en el papel, y la copia se saca en seguida. El tiempo de la operación varía con el tipo de película y también con la temperatura. Una película que requiere 10 segundos a 24°C necesitará, probablemente, 45 segundos a temperaturas próximas a cero grado centígrado.

EL COLOR POR EL PROCESO "POLAROID LAND"

La película *Polacolor* apareció bastante después de la monocromática, porque su obtención implicaba muchos más problemas que la película en blanco y negro. Sin embargo, estos problemas se han resuelto, y pueden hacerse fotografías en colores, muy reales, en unos sesenta segundos. El proceso no se basa en la reacción (*movimiento*) del haluro de plata, sino en la de tintes unidos a las moléculas del revelador. La película negativa consiste en varias capas de haluro de plata sensibles a la luz azul, verde y roja. A continuación de cada una de estas capas sensibles hay una capa de revelador, unida a un tinte. Junto a la capa sensible al azul hay un tinte amarillo; otro, carmesí oscuro, está junto a la capa sensible al verde, y en la sensible al rojo hay un tinte azul verdoso. Cuando se expone el negativo, por ejemplo, a la luz azul, se afecta la capa sensible a este color y, en el momento en que se libera el líquido por la presión de los rodillos, las moléculas de revelador pueden desplazarse. Rápidamente, alcanzan las capas vecinas, y el revelador asociado con el tinte amarillo es atrapado por el haluro sensible a la luz azul, que ha sido expuesto. Los tintes carmesí oscuro y azul verdoso, al llegar después a la capa sensible a la luz azul, no encontrarán haluro expuesto libre. Estos tintes libres, al caer sobre el material positivo, son fijados y producen un color azul. El álcali del reactivo se neutraliza por los ácidos en el material positivo, y la copia, terminada, se puede sacar en sesenta segundos, aproximadamente.

MECANISMO DE LA CÁMARA



HIDRUROS

Cuando se hace pasar una corriente continua a través de ácido clorhídrico diluido, puede recogerse hidrógeno en el cátodo. La disolución de ácido clorhídrico tiene iones hidrógeno, y este experimento demuestra que la carga de tales iones es positiva, por lo cual, bajo la influencia de la corriente eléctrica, emigran hacia el electrodo con carga opuesta (negativa).

Sin embargo, no todos los compuestos que tienen hidrógeno dan iones hidrógenos cargados positivamente. Si se pasa una corriente a través de hidruro de litio fundido (LiH), los iones de litio van hacia el *cátodo*, mientras que el hidrógeno gaseoso se desprende en el *ánodo*. En este caso, los iones hidrógeno tienen carga *negativa*. Esta propiedad, poco frecuente, es característica de los compuestos que forma el hidrógeno con los metales alcalinos y alcalino-térreos (litio, sodio, potasio, calcio, etc.).

El hidrógeno se combina con muchos elementos para formar los compuestos llamados *hidruros*. Los compuestos de hidrógeno con los elementos no-metálicos más comunes —tales como azufre, cloro y yodo—, se consideran normalmente como *hidrácidos*, porque casi todos dan soluciones ácidas cuando se disuelven en agua. Éstos dan lugar a una serie de sales metálicas, como los sulfuros y yoduros. Sin embargo, el término *hidruro* (que no debe confundirse con *hidrato*, que se refiere a compuestos que tienen agua combinada químicamente) se puede aplicar a cualquier compuesto que tenga hidrógeno y otro elemento.

Los hidruros pueden dividirse en varios grupos, según sus propiedades. Estos grupos siguen muy de cerca la posición del otro elemento en el sistema periódico. Los metales alcalinos, los alcalino-térreos y los halógenos (no-metales) están en los extremos opuestos de las filas horizontales o *períodos* de la tabla periódica, y los hidruros que forman se comportan de modos muy diferentes. Sin embargo, todos ellos son iónicos: los no-metálicos dan iones hidrógeno cargados positivamente, y los metálicos dan iones hidrógeno con carga negativa. Entre estos extremos hay muchos más hidruros de metales y no-metales. En estas moléculas, las fuerzas de unión entre los átomos son más fuertes que en los hidruros iónicos y no se forman iones.



El principal hidruro de azufre (ácido sulfhídrico) es un reactivo importante, que se utiliza en el análisis cualitativo.

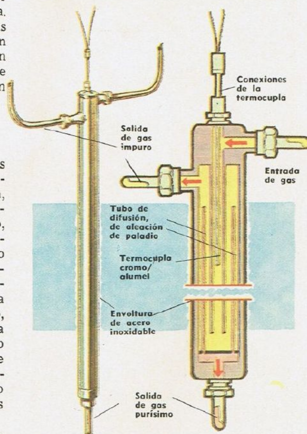
HIDRUROS METÁLICOS

Todos los hidruros de metales alcalinos y alcalino-térreos son agentes reductores fuertes y reaccionan con el agua, algunos de modo violento. En esta reacción se desprende hidrógeno gaseoso, formándose el hidróxido metálico correspondiente. La reacción del hidruro de calcio con el agua es, en comparación, bastante suave; por esto, el hidruro de calcio se utiliza como una adecuada fuente portátil de hidrógeno, igual que el carburo cálcico se utiliza para la obtención del acetileno. Tanto el hidruro de litio como el hidruro de aluminio y litio ($LiAlH_4$) son muy útiles para la producción de hidrógeno naciente, en la obtención de sustancias orgánicas.

Los hidruros son compuestos relativamente estables, incoloros y cristalinos, que se parecen, en algunos aspectos, a los cloruros y yoduros de los mismos metales. Normalmente, se obtienen haciendo circular hidrógeno a presión sobre el metal caliente.

OTROS HIDRUROS METÁLICOS

Aunque ignoramos si se forman realmente verdaderos compuestos químicos entre el hidrógeno y algunos metales, se sabe que el hidrógeno es absorbido por algunos metales cuando éstos se calientan en atmósfera del gas. El mecanismo real por el que se verifica esta absorción es confuso todavía, y puede ser distinto en los diferentes metales. El poder del metal paladio para absorber hidrógeno es extraordinario. Cuando el paladio pulverizado se calienta durante tres horas a 100°C, en atmósfera de hidrógeno, y se deja enfriar noventa minutos en el gas, el metal puede absorber hasta 650 veces su propio volumen de gas. Esta propiedad se utiliza para obtener hidrógeno muy puro.



Vista exterior y sección de una célula de difusión (de una aleación de paladio) de las que se utilizan para purificar hidrógeno. La célula trabaja a unos 400°C y 30 atmósferas de presión.

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA			IB	IIB	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	O
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	A
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															
Hidruros metálicos iónicos		Hidruros de metales de transición								Hidruros de metales intermedios			Hidruros covalentes		Hidruros de no-metales iónicos		Los gases inertes no forman hidruros

La posición de un elemento en el sistema periódico es una excelente indicación para determinar el tipo de hidruro que formará. Los metales alcalinos y alcalino-térreos (a la izquierda de la tabla) forman hidruros iónicos en los que el hidrógeno es el radical ácido (hidrácidos). Los no-metales también dan lugar a hidruros iónicos, pero, en éstos, el hidrógeno actúa como ion positivo, que puede sustituirse por iones metálicos.

HIDRUROS IÓNICOS DE NO-METALES

Este grupo incluye compuestos como los ácidos clorhídrico, yodhídrico y sulfhídrico y el agua. Algunos (por ejemplo, el ácido yodhídrico y el agua) se pueden preparar directamente por combinación de los elementos. Sin embargo, el ácido clorhídrico y el sulfhídrico se obtienen más fácilmente por la acción de un ácido fuerte (no ácido nítrico) sobre una sal metálica apropiada. Por ejemplo, el ácido clorhídrico se prepara, en general, calentando cloruro sódico y ácido sulfúrico concentrado.

Cuando estos hidruros se disuelven en agua, se obtienen disoluciones ácidas y se disocian, formando iones hidrógeno positivos. Los hidrácidos resultantes dan lugar a series de sales bien definidas, como los cloruros, yoduros y sulfuros. Los hidruros de oxígeno (agua y agua oxigenada) no se parecen mucho a ningún otro tipo. El agua ocupa una posición única, ya que muchas de sus propiedades se deben a enlaces de hidrógeno entre sus moléculas.

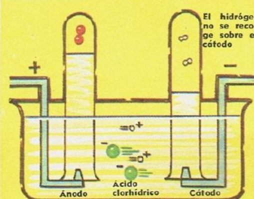
OTROS HIDRUROS NO-METÁLICOS

Los hidruros de carbono (*hidrocarburos*) son, probablemente, los más importantes de este grupo. Esta gama casi ilimitada de compuestos está presente en el petróleo crudo o se produce en las etapas de su refinación. Los hidrocarburos son valiosos como carburantes y, lo que todavía es más importante, se utilizan como materia prima para la obtención de muchas sustancias, entre las que se pueden mencionar los plásticos y las fibras sintéticas.

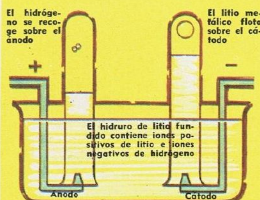
Los hidrocarburos pueden ser *alifáticos* (cadenas), donde los átomos de hidrógeno están unidos a cadenas abiertas de átomos de carbono, y *aromáticos* (anillos), donde la unidad básica suele ser un anillo de seis átomos de carbono con un hidrógeno unido a cada uno.

Tanto el silicio como el boro se parecen al carbono, pero su capacidad para formar hidruros en cadena es bastante limitada. Las cadenas pueden tener hasta seis átomos por molécula, y no presentan compuestos de tipo aromático. Los hidruros de boro y silicio no son tan estables como los de carbono, y existen todavía dudas con respecto a la estructura de los hidruros de boro.

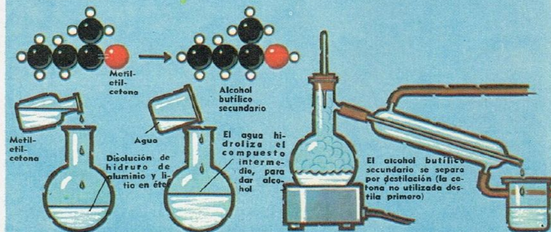
Los hidruros de otros dos no-metales, nitrógeno y fósforo, son también bastante importantes y tienen algunas propiedades en común. Tanto el amoníaco (NH_3) como la fosfamina (PH_3) son alcalinos y forman haluros, aunque en estos aspectos la fosfamina es mucho más débil. El amoníaco forma realmente un ion —el ion amonio—, que se comporta de un modo parecido al de los iones de los metales alcalinos.



En el hidruro de litio, el hidrógeno se comporta como los halógenos —el hidruro de litio (abajo) se ioniza, para dar iones "hidruro", cargados "negativamente"—. El hidrógeno gaseoso se puede recoger sobre el ánodo de la célula. En contraste, el ácido clorhídrico diluido (arriba) contiene iones "hidrógeno", cargados "positivamente". Cuando se electroliza, el hidrógeno gaseoso se desprende en el cátodo.



El hidruro de litio y aluminio se prepara por la acción de un exceso de hidruro de litio sobre cloruro de aluminio. Es un agente reductor enérgico, que se utiliza en la obtención de compuestos orgánicos; por ejemplo, para obtener alcohol butílico secundario por reducción de la metil-etil-cetona.



ESTÁTICA ELEMENTAL

Las distancias perpendiculares de W y P se pueden calcular por trigonometría

Pared lisa (no hay fricción)

P

x

A una cierta distancia, la escalera resbalará

R

W

Línea sobre la cual se toman los momentos

F

Cuando un ingeniero diseña un puente o un edificio, tiene que considerar cómo actúan entre sí las tensiones de las distintas partes de la construcción. ¿Será demasiado grande la carga que ejerza el techo para que la soporten las vigas? Las fuerzas que inciden sobre una pared, ¿serán mayores en un sentido que en otro? Estos problemas y otros parecidos deben resolverse para evitar que el edificio se derrumbe.

La *mecánica* estudia el efecto de las fuerzas sobre los cuerpos, y se divide en dos partes: *estática* y *dinámica*. La dinámica se encarga de los cuerpos en movimiento, y la estática, de los que están en reposo. Cuando proyecta un edificio, el arquitecto tiene que determinar un complicado sistema de fuerzas, porque el suyo es un arduo problema de estática. Sin embargo, hay problemas bastante sencillos —como el de calcular la fuerza que ejerce sobre la pared una escalera de mano—, que se resuelven utilizando las mismas reglas y métodos.

PROBLEMA DE ESTÁTICA

El problema es: ¿hasta dónde puede llegar el hombre en la escalera sin que ésta resbale? Este es un ejemplo típico de estática. Para resolverlo, es necesario descomponer las fuerzas, determinar momentos, es decir, utilizar las dos condiciones de equilibrio estático, que son:
la suma de las fuerzas externas = 0.
la suma de los momentos de las fuerzas externas, respecto de "cualquier" línea = 0.
Las fuerzas externas están representadas por R, W, F y P. De hecho, habrá siempre alguna fricción en la pared lisa, pero suponemos que es despreciable. Al sumar las fuerzas externas, se obtiene:

$$R - W = 0$$
$$F - P = 0.$$

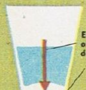
Las fuerzas están ya en direcciones perpendiculares y paralelas; así, pues, no hay que descomponerlas antes de sumarlas. W y P están en dirección opuesta a R y F, respectivamente; por eso, tienen signo contrario (negativo). De las dos ecuaciones, resulta que R = W, F = P.
Para sumar los momentos se escoge una línea cualquiera. Esta línea podría ser perpendicular al plano de la página, pasando por el origen de R y F, con la ventaja de que R y F no tienen momento con respecto a ella, puesto que pasan por la misma. Se pueden calcular las distancias perpendiculares desde la línea a las fuerzas restantes W y P, y, por tanto, formular la suma de sus momentos (que están en dirección opuesta). Las dos ecuaciones de arriba y la ecuación del momento permiten resolver el problema.

CUERPOS EN EQUILIBRIO

Varios cuerpos en equilibrio estático. Cuando un cuerpo está en equilibrio y no se mueve su peso hacia abajo, debe ser compensado por una reacción igual y dirigida hacia arriba.



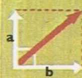
LA ACCIÓN Y LA REACCIÓN SON IGUALES Y OPUESTAS







DESCOMPOSICIÓN DE FUERZAS

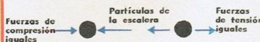




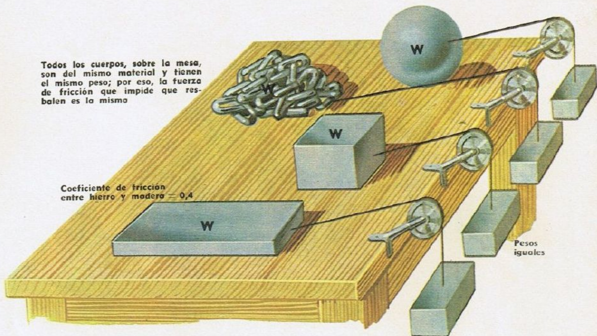
DOS CONDICIONES DE EQUILIBRIO



Puesto que las partículas de la escalera no se mueven, no actúa ninguna fuerza sobre ellas; es decir, fuerzas internas + fuerzas externas = 0. Las fuerzas internas son compresiones y tensiones, y pueden despreciarse, puesto que son iguales y opuestas; así, pues, la suma de las fuerzas externas = 0.



El momento es igual a fuerza × distancia, y, puesto que la suma de las fuerzas (interna + externa) es cero, la suma de los momentos, respecto a cualquier línea (por ejemplo, una línea perpendicular al plano del papel), es cero. La suma de los momentos de las fuerzas internas, que son iguales y opuestas, se anulan; así, pues, la suma de los momentos de las fuerzas externas, con respecto a cualquier línea, = 0.



LA FRICCIÓN ES INDEPENDIENTE DEL ÁREA DE CONTACTO

Entre dos superficies hay fricción. Se comprueba experimentalmente que la fuerza de fricción no depende del área de contacto: sólo del peso y de la naturaleza de los dos materiales. El peso dirigido hacia abajo es compensado por una reacción igual y dirigida hacia arriba. La ley de fricción dice que, cuando el cuerpo está en el "punto de deslizamiento", la fuerza de fricción = coeficiente de fricción × reacción hacia arriba.

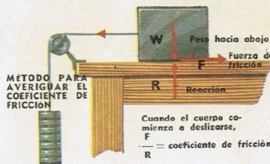
La cuestión fundamental que se plantea es conocer las condiciones bajo las que un cuerpo permanece en reposo. La respuesta es que un cuerpo permanece en reposo si se cumplen dos condiciones. La primera es que todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo deben anularse entre sí, cuando se determina su efecto en cualquier dirección. Todas las fuerzas se descomponen en una dirección, y sus valores se suman. Si la resultante no es cero, el cuerpo no se halla en equilibrio. La segunda condición es que todos los momentos que actúan sobre un pivote deben anularse entre sí. Es evidente que si el efecto de giro en una dirección es mayor que en otra, el cuerpo no puede estar en equilibrio y tenderá a girar.

Estas dos condiciones equivalen a la regla más sencilla para resolver la mayoría de los problemas de estática: *descomponer fuerzas y determinar momentos.*

Una escalera se apoya en una pared y un hombre comienza a subir por ella. A medida que sube, se acerca al punto en que su peso hace resbalar la escalera. ¿Qué altura habrá alcanzado cuando la escalera resbale?

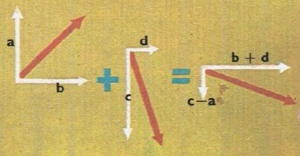
Las fuerzas se descomponen, primero, en la dirección horizontal y, después, en la vertical. Luego se determinan los momentos debidos a las fuerzas que actúan sobre la escalera, en los puntos superior e inferior de contacto con la pared. Estos cálculos dan ecuaciones matemáticas sencillas, que se pueden resolver para hallar la solución.

A medida que se añaden pesos, la fricción alcanza su valor máximo cuando el deslizamiento está a punto de producirse



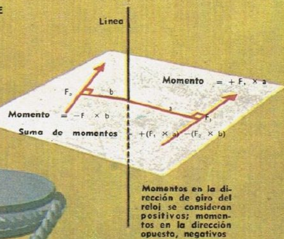
SUMA DE FUERZAS

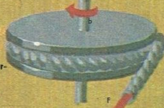
Las fuerzas tienen magnitud y dirección. En el paralelogramo de fuerzas se ve que cualquier fuerza puede descomponerse en dos componentes perpendiculares. Para sumar dos fuerzas en distintas direcciones sólo se necesita sumar o restar las componentes.



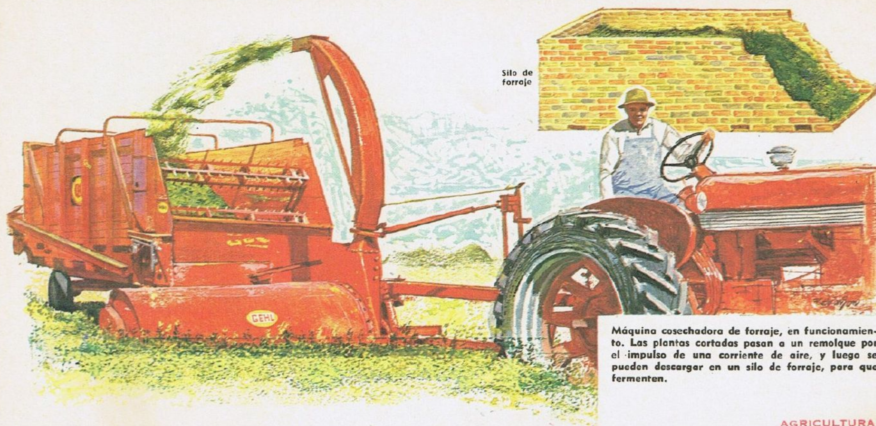
MOMENTO DE UNA FUERZA ALREDEDOR DE UN EJE







Una fuerza, además de su efecto de empuje o tensión, tiene un efecto de giro. Esto se llama "su" momento. El momento de una fuerza, con respecto a una línea, es la fuerza × su distancia perpendicular desde la línea.



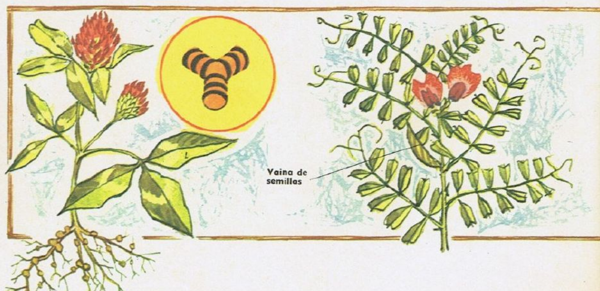
Máquina cosechadora de forraje, en funcionamiento. Las plantas cortadas pasan a un remolque por el impulso de una corriente de aire, y luego se pueden descargar en un silo de forraje, para que fermenten.

CULTIVOS DE LEGUMINOSAS

En verano, resulta agradable ver un campo de trébol, pero el granjero no lo ha sembrado con el único propósito de que parezca bonito. Para él, el trébol es una cosecha valiosa, tanto como el trigo o las patatas.
El trébol pertenece a una gran familia de plantas llamadas *leguminosas*, porque el fruto es siempre una vaina o *legumbre*.
Otras plantas leguminosas son los guisantes o arvejas, alubias o porotos, cacahuetes o maníes y altramuces o lupinos. Sus flores tienen todas la misma forma típica amariposada (papilionada) de la flor del guisante.
Los cultivos de leguminosas (llamados, con frecuencia, de legumbres) tienen tres cometidos principales. Algunas se cultivan por sus semillas, que se utilizan en la alimentación humana y de los animales. Otras, para obtener forraje para la ganadería, ya que pueden servir como pastos y también como heno o forraje, que se almacena en silos. Por último, las leguminosas también se usan, a veces, como "abono verde", y las plantas se entierran con el arado en el suelo.
El valor de las cosechas de leguminosas estriba en su gran contenido en nitrógeno y proteínas. Esto se debe a la acción de bacterias que viven en las raíces de las plantas (bacterias nitrificantes). Estas bacterias se albergan en pequeños nódulos de las raíces y tienen la propiedad de fijar nitrógeno atmosférico, convirtiéndolo en nitratos, que la planta puede absorber y utilizar para formar proteínas. Los nitratos y las proteínas aparecen en todas las partes de la planta, por lo que tanto las semillas como el resto de la planta son alimento. Cuando se entierran con el arado las raíces y el rastrojo, se suministra al campo una buena cantidad de fertilizante nitrogenado.

LEGUMBRES PARA SEMILLAS

Los guisantes, judías, habas son plantas que se cultivan normalmente en pequeñas parcelas. De todas ellas, las más importantes, desde un punto de vista agrícola, son los guisantes. Hay un gran número de variedades, que se cultivan para alimentar el ganado, para secar y poner en conserva, y para el consumo humano como verdura fresca. Los guisantes necesitan mucha caliza en el suelo y una buena cantidad de potasa, pero la actividad de las bacterias de sus raíces hace innecesario el agregado de abono nitrogenado.
En un campo de guisantes es muy difícil eliminar las malas hierbas después de las primeras semanas, debido a su crecimien-



Planta de trébol rojo ("Trifolium pratense"), en la que se ven los nódulos de las raíces. (Círculo) Uno de los tipos de bacteria que contribuyen a fijar nitrógeno.

Arveja forrajera ("Vicia sativa"), en la que se observan las flores y las vainas. Para su utilización como forraje, debe cosecharse antes de que las vainas de las semillas se desarrollen.

ENSILADO DEL FORRAJE

El ensilado de hierba, incluyendo trébol y alfalfa en forma de cultivos puros o mezclados, es el más importante. La arveja, junto con la avena o judías, también se utiliza como forraje ensilado, pero no tanto. La cosecha se hace cuando la planta está en la etapa de su crecimiento, que es más nutritiva para los animales; es decir, cuando está casi madura. Lo que se pretende es conservar, mediante la fermentación, el contenido alimenticio de la cosecha. Los azúcares de la savia se convierten en ácidos, que preservan el forraje. Si el contenido en azúcar de la savia es pequeño, se puede concentrar, dejando que se seque durante un tiempo corto. El agua se evapora y queda un jugo más concentrado de savia. Si esto no es posible, se añaden melazas, para elevar el contenido en azúcar. Las leguminosas contienen menos azúcares que las hierbas, y requieren más melazas para hacer un buen ensilado.

La cosecha se deposita en un pozo, en una estructura con paredes o, simplemente, se amontona y cubre de modo apropiado, para protegerla de la lluvia. La fermentación continúa a medida que el material se comprime por su propio peso. Hay alguna pérdida de material alimenticio a lo largo del proceso. Las filtraciones de líquidos y algunas putrefacciones pueden producir pérdidas, pero un buen silo debe conservar alrededor del 80 % del material. Aunque el forraje ensilado es, con frecuencia, oloroso y parece estiércol, resulta muy provechoso. La obtención de heno es otro procedimiento para conservar cosechas de forraje. Para las hierbas y henos mezclados es tan bueno como el ensilado. Sin embargo, se puede ensilar una mayor variedad de cosecha, y en tiempo lluvioso es muy costoso hacer heno, puesto que las plantas deben ser secadas artificialmente en los establos.

to rastrero; por eso es conveniente sembrar en un suelo limpio, si se quiere obtener una buena cosecha. Actualmente, hay herbicidas selectivos, que se pueden utilizar en cultivos de guisantes. Cuando se han recogido las vainas, el rastrojo (tallos y hojas) es un forraje muy bueno. Algunas variedades se cultivan exclusivamente para su empleo como forraje.

También hay una gran variedad de judías, alubias, porotos o fréjoles (todas, variedades del género *Phaseolus*). Como la mayoría de las legumbres, las judías necesitan mucha caliza y cantidades razonables de fosfatos y potasa. Normalmente, pueden sembrarse en otoño o en la primavera. En general, se cosechan cuando las hojas caen, y se almacenan y secan durante un tiempo, antes de ser batidas para desgranarlas y separar las semillas. Los tallos se pueden utilizar para alimento del ganado, y las raíces, cuando se entierran con el arado, proporcionan un buen abono con materia orgánica y nitrogenada.

Los guisantes y las judías se llaman, con frecuencia, *legumbres*. Otro cultivo de legumbres, frecuente en la región mediterránea y en Asia, es la lenteja. Las pequeñas semillas se utilizan mucho para la alimentación en forma de potajes y sopas. Los cacahuetes y la soja también se cultivan bastante, pero la principal utilidad de estas leguminosas reside en el aceite que contienen sus semillas. Las arvejas forrajeras (veza, yero, arveja velluda) se cultivan, a veces, por sus semillas, que son utilizadas para reforzar la alimentación del ganado, pero normalmente se usan como forraje. Corresponden al género *Vicia*. El guisante, en cambio, pertenece al género *Pisum*.

CULTIVO DE LEGUMBRES PARA FORRAJE

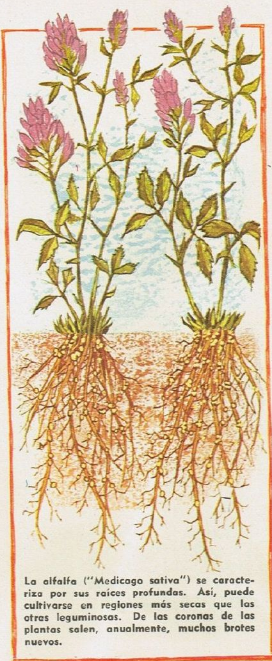
Los tréboles, tanto los tipos de flores blancas como de flores rojas, crecen, normalmente, en *pastizales*, con las hierbas. Se utilizan como pasto directo del ganado y para obtener heno, que se almacena en silos.

Existen muchas variedades de tréboles, que se diferencian en la celeridad del crecimiento, época de floración, resistencia a las plagas y otras características. A veces, los pastizales se siembran con un *cultivo nodriza*, tal como cebada. La cebada crece y protege los tréboles durante su primer crecimiento. Cuando se recolecta el cereal, el ganado puede pastar en el rastrojo y, a la primavera siguiente, se recoge una buena cosecha de hierba y trébol.

La *arveja forrajera* (o yero) es un alimento excelente para el ganado, tanto verde como en heno ensilado. Debido a su característica rastrera, la arveja se siembra, normalmente, con avena o judías. Esto facilita la recolección, y todas pueden usarse como pasto. La arveja es especialmente útil en terrenos pobres, con tal de que haya mucha caliza; con frecuencia, se siembra inmediatamente después de los cereales, sin arar, si la tierra no tiene malas hierbas. Todo lo que se necesita antes de sembrar es un poco de gradeo. Debe cortarse la arveja antes de que desarrolle la semilla, porque entonces los tallos se endurecen.

La *alfalfa* es un forraje muy valioso, especialmente en las regiones más secas. Su sistema de raíces largas le permite extraer agua de la tierra profunda, por lo que se puede cultivar en regiones poco lluviosas. Hay una amplia gama de terrenos adecuados para el cultivo de la alfalfa, pero deben estar libres de malas hierbas, porque esta planta tiene un crecimiento inicial muy lento y puede ser fácilmente sobrepasada por las hierbas dañinas. En algunos lugares se siembra con un cultivo nodriza —tal como cebada— durante el primer año; cuando debe ser recogida, la alfalfa ya está suficientemente arraigada. La primera siega se puede hacer al año siguiente. En un buen campo de alfalfa, suelen hacerse tres o cuatro cortes al año.

Desde hace pocos años se ha puesto en práctica un método para añadir nódulos de bacterias a las semillas que se siembran en terrenos donde aquéllas escasean, con lo cual el cultivo arraiga mucho más de prisa. Cuando hay bacterias en gran cantidad, la planta puede crecer perfectamente, y no es necesario añadirlas.



La alfalfa ("Medicago sativa") se caracteriza por sus raíces profundas. Así, puede cultivarse en regiones más secas que las otras leguminosas. De las coronas de las plantas salen, anualmente, muchos brotes nuevos.



(Izquierda) Mariposa amarilla moteada y su oruga, que se alimenta de alfalfa y otras leguminosas. En América, esta oruga se llama "isoca de la alfalfa" y, con frecuencia, hace mucho daño a las plantaciones. (Derecha) La esparceta ("Onobrychis viciifolia") se cultiva en terrenos calizos secos. Produce un heno de buena calidad y se puede cultivar sola o con hierbas.

LAS HÉLICES Y LA CAVITACIÓN

La punta de una paleta de la hélice de un barco grande, a gran velocidad, fuerza el agua a moverse hacia atrás muy de prisa. ¿Qué efecto produce esto en el agua?

Un efecto importante e inevitable es que disminuye la presión en el agua. Cuanto mayor es la velocidad del agua, menor es la presión. Esto está previsto por la *ecuación de Bernouilli*, que es la ley fundamental de la dinámica de fluidos. Cuando disminuye la presión, el punto de ebullición del agua también lo hace, debido a que, con una presión menor, las moléculas pueden escapar más fácilmente del líquido a la fase gaseosa. En el líquido empieza a formarse una burbuja de vapor, que crece rápidamente a medida que pasan a ella más moléculas de vapor. Este efecto se conoce con el nombre de *cavitación*.

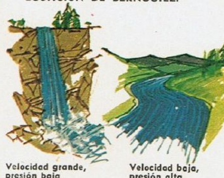
Así, pues, cuando la velocidad de las hélices es muy grande, el agua comienza a hervir alrededor del borde delantero de la hélice y se forman burbujas de vapor en el agua. Algunas de éstas accionan cerca de la superficie de la paleta de la hélice, con fuerza suficiente para arrancar pequeñas partes de metal, y así la hélice llega a erosionarse. Se conoce el caso de un gran barco trasatlántico al que, por esta causa, tuvieron que cambiarle las hélices después de hacer su primer viaje.

Con hélices mejor diseñadas, el problema no es tan importante, e incluso los barcos poco veloces pueden funcionar con una pequeña cantidad de cavitación mordiendo los bordes de las paletas. Sin embargo, la cavitación, que es una forma de turbulencia, ocasiona una resistencia extra sobre las paletas de la hélice y produce una disminución de la eficacia total del sistema de propulsión.

Con la cavitación no hay términos medios. Las hélices pueden funcionar sin cavitación (o muy poca) o con mucha, llamada *súper-cavitación* o *cavitación total*. Ninguna hélice duraría mucho si funcionara con una cavitación media, y sería poco eficaz; por eso, se evita que las hélices funcionen en este intervalo. El salto a la cavitación total se puede conseguir con hélices planas especialmente diseñadas, cuyas secciones trasversales recuerdan las de las alas de los aviones supersónicos; sus bordes delanteros son muy afilados, para cortar el agua. Los bordes afilados son fundamentales para reducir la zona trasversal afectada por la cavitación, pues aminoran la resistencia extra producida por este efecto. Con súper-cavitación, las presiones son tan bajas que las burbujas accionan a cierta distancia de la superficie de las paletas, y ya no se producen daños. Estas hélices de gran velocidad se utilizan para embarcaciones que navegan a unos 60 nudos.

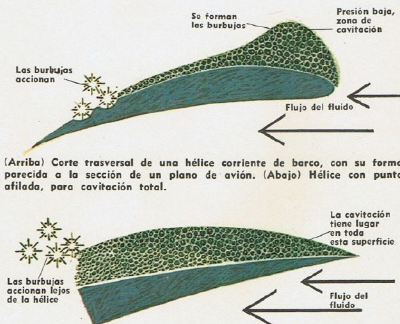
Los submarinos también pueden viajar a grandes velocidades, pero, normalmente, marchan sumergidos. En este caso, es poco probable que haya cavitación, porque la presión del agua aumenta con la profundidad. Bajo el agua, la presión incluye el peso del líquido hasta la superficie, además de la presión atmosférica, y, aunque la presión disminuye en la proximidad de las hélices del submarino, su valor nunca baja tanto como para que el agua hierva y pueda tener lugar la cavitación.

ECUACIÓN DE BERNOUILLI



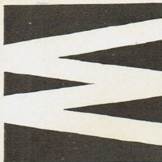
La principal conclusión que se deriva de la ecuación de Bernouilli es que, en un fluido, la presión disminuye al aumentar su velocidad. Esto viene a ser otro modo de expresar la ley de la conservación de la energía. Es poco probable que no se altere la presión en el fluido en movimiento; así, al aumentar de velocidad debe aumentar o disminuir la presión. A primera vista, parece que debería aumentar, pero esto iría contra el principio de la conservación de la energía. Un aumento de presión produciría un aumento de velocidad y, con ello, un nuevo aumento de presión, con lo cual el proceso se incrementaría hasta el infinito.





(Arriba) Corte trasversal de una hélice corriente de barco, con su forma parecida a la sección de un plano de avión. (Abajo) Hélice con punta afilada, para cavitación total.

31-12-65 124



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL EQUILIBRIO QUÍMICO

Como se ha dicho en otras ocasiones, cuando se realiza una reacción química se observa, al principio, que progresa rápidamente durante cierto tiempo y luego se **estabiliza**. Se dice, entonces, que la reacción alcanzó el estado de **equilibrio;** en tal condición, la velocidad del proceso directo (formación de productos a partir de los reactivos originales) es igual a la del proceso inverso (regeneración de los reactivos originales a partir de los productos).
El estudio del equilibrio químico tiene gran interés en la industria, pues su conocimiento permite operar adecuadamente para que una determinada reacción sea desplazada en el sentido conveniente. En suma, se puede hacer "completa" una reacción que no lo es; al hablar de una reacción completa nos referimos a una reacción casi total, porque, como es sabido, no existen reacciones completas en sentido absoluto.
Los factores que influyen en la situación del punto de equilibrio de un sistema reaccionante son: la **concentración** de las sustancias que intervienen, la **presión** (en las reacciones gaseosas) y la **temperatura**.
Para comprender la influencia de la **concentración**, supongamos la reacción hipotética:

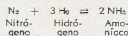


$$A + B \rightleftarrows C + D$$

a la que corresponde la constante de equilibrio (ley de acción de masas):

$$K = \frac{[C]\ [D]}{[A]\ [B]}$$

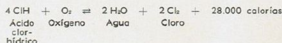
Si se agrega, por ejemplo, un exceso de la sustancia **A,** el denominador de la expresión aumentaría. En consecuencia, para que la constante siga siendo tal (para que no varíe), es necesario que aumente el numerador, y esto sólo se consigue desplazándose el equilibrio de la reacción en el sentido de producir más productos **C** y **D.** He aquí una forma racional de hacer completa una reacción.
Un razonamiento análogo al anterior explica el hecho de que existan reacciones completas espontáneamente. En todas estas reacciones suelen formarse, en el segundo miembro, sustancias en fase distinta a la de las restantes (líquidos en reacciones gaseosas, precipitados o gases en reacciones en solución, etc.); estas sustancias de distinta fase desaparecen del sistema —por lo menos, disminuye su concentración en el mismo— y, en consecuencia, disminuye también el numerador de la constante de equilibrio, lo que obliga a que se hagan mínimas las concentraciones de las sustancias del denominador, es decir, a que reaccionen entre sí desplazando el equilibrio hacia la derecha.
La influencia de la **presión** sólo se cumple en las reacciones gaseosas.
Consideremos la siguiente reacción entre gases:



$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

Nitrógeno — Hidrógeno — Amoníaco

Si se modifica la presión del sistema —por ejemplo, aumentándola, para lo cual debe reducirse el volumen—, se favorece el choque entre las moléculas y, por tanto, su reacción; en estas condiciones, tiende a disminuir el número de moléculas y, en consecuencia, la reacción se desplaza hacia la derecha. Por ello, en la obtención industrial de amoníaco se tiende a hacer lo más completa posible la reacción anterior, utilizando grandes presiones (1.000 atmósferas).
Por último, la influencia de la **temperatura** en el desplazamiento del equilibrio se comprende perfectamente, si se tiene en cuenta que todas las reacciones químicas se verifican con desprendimiento o absorción de calor. Así, por ejemplo, la reacción:



$$4\,ClH + O_2 \rightleftarrows 2\,H_2O + 2\,Cl_2 + 28.000 \text{ calorías}$$

Ácido clorhídrico — Oxígeno — Agua — Cloro

Evidentemente, si disminuyendo la temperatura se facilita la eliminación del calor producido al obtener cloro y agua, se favorecerá el desplazamiento de la reacción en este sentido. Por el contrario, al elevar la temperatura, la reacción se desplaza hacia la izquierda, ya que de esta forma se aporta el calor necesario para que se produzca ácido clorhídrico y oxígeno.
Tanto la influencia de la presión como la de la temperatura se resumen en la **Ley de Le Chatelier:** "Si se realiza un cambio de uno de los factores (presión o temperatura) bajo los cuales un sistema está en equilibrio, tenderá a ajustarse por sí mismo en el sentido de anular lo más posible el efecto de ese cambio".
Hay otra serie de factores (presencia de catalizadores, estado de división de las sustancias, etc.) que, si bien modifican las velocidades de reacción (en sentido directo e inverso), no varían la posición del punto de equilibrio. Esto es debido a que tanto la velocidad del proceso directo como la del inverso se aceleran en igual magnitud. La consecuencia de ello es que, aun sin desplazarse, el equilibrio se establece más rápidamente.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.
Por eso, esta ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA, que en un principio se habia programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.
Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de TECNIRAMA, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la búsqueda y consulta de cualquier artículo.

NUEVOS INSECTICIDAS

¿Podrían darme más información sobre el "antirresistente DDT"? H. D.

La Wisconsin Alumni Research Foundation, quizá más conocida por las siglas WARF, es un instituto estadounidense para la investigación muy famoso en todo el mundo. Gran parte de su labor se orienta al estudio de nuevos pesticidas, y, en este sentido, ha cosechado grandes éxitos; así, el primer rodenticida crónico anticoagulante, la 3-(x-fenil-β-acetiletil)-4-hidroxicumarina, fue descubierto por investigadores de la WARF, y por ello, precisamente, se le dio el nombre comercial de **warfarina.** En estos últimos años, dicho rodenticida ha sido perfeccionado agregándole sulfamidas, para evitar en la rata la biosíntesis intestinal de vitamina K, el antídoto de la warfarina; el nuevo producto ha recibido el nombre comercial de **prolín.** Otro de los últimos hallazgos de la WARF es el "antirresistente DDT" (N,N-di-n-butil-p-clorobencenosulfonamida), que vuelve a hacer susceptibles a los insectos que presentaban resistencia al DDT.
Por regla general, la WARF no comercializa directamente sus patentes, sino que las cede a otras empresas estadounidenses especializadas en la formulación de pesticidas, que cuentan con el instrumento comercial oportuno.



CORREO DE LECTORES

Por ejemplo, el "antirresistente DDT" (patente estadounidense Nº 2.974.083) fue cedido para su comercialización a la firma S. B. Penick & Co., Farm Chemical & Insecticide Division, que tiene sucursales en las siguientes ciudades: St. Louis 16 (4161 Beck Avenue), New York 8 (100 Church Street) y Chicago 10 (735 W. Division Street); con este producto, la Penick ha elaborado una fórmula que contiene, además, DDT y pelitre sinergizado con sulfóxido de piperonilo; su nombre comercial es **pramex.**
Más información sobre este interesante producto se puede obtener solicitándola a las direcciones expuestas anteriormente. También existen algunas publicaciones científicas sobre el particular; por ejemplo, M. Neeman, A. Modiano, G. G. Mer y R. Cwilich: "Substituted Benzenesulphonanilides as Synergist for DDT". Nature, **177,** 800 (1956); J. H. Fales y O. F. Bodenstein: "Promising Synergist for DDT'". Soap and Chemical Specialties, November 1961. Por último, se puede solicitar información a la propia WARF, cuya dirección es: Wisconsin Alumni Research Foundation; Madison, Wisconsin, U.S.A.

Y PARA CONCLUIR...

PRODUCCIÓN Y PROPAGACIÓN DEL SONIDO

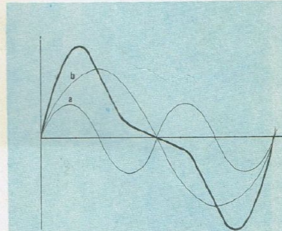
El sonido es un fenómeno físico que actúa sobre el sentido del oído. Se produce por vibraciones de los cuerpos y se trasmite a través de un medio material, en forma de movimiento ondulatorio. Cuando este medio es un gas —como, por ejemplo, el aire— el sonido se propaga mediante ondas longitudinales, es decir, se producen condensaciones o dilataciones de la sustancia gaseosa.
En muchos casos, es posible medir la velocidad de propagación del movimiento ondulatorio en los gases. Tenemos, por ejemplo, la propagación del sonido en el aire; con el clásico procedimiento de disparar un cañonazo desde una distancia conocida, se puede calcular la velocidad midiendo el tiempo trascurrido entre la visión del fogonazo y la percepción del estampido. El espacio (distancia), dividido por el tiempo, proporciona la velocidad.
Sin embargo, existen fórmulas teóricas que permiten averiguar la velocidad de un movimiento ondulatorio a través de cualquier medio gaseoso. A este respecto, se podría demostrar que la fórmula que nos da esta velocidad es la siguiente:

$$V_0 = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\varrho}}$$

donde ε es el coeficiente de compresibilidad del gas y ϱ, su densidad.
Ahora bien, de la expresión anterior se deduce que la velocidad del sonido varía con la temperatura, puesto que la densidad del gas depende de este factor. La teoría también ha previsto este inconveniente y existe una fórmula que relaciona la velocidad a cualquier temperatura con la velocidad a cero grado, que es la que nos da la fórmula anterior.
En estos casos, hay que aplicar la siguiente expresión:

$$V_t = V_0 \cdot (1 + \alpha t)$$

donde V_t es la velocidad del sonido a la temperatura **t**; V_0 la velocidad a cero grado; α, un coeficiente de dilatación del gas, y **t**, la temperatura a que nos referimos. Como se puede observar, esta fórmula es idéntica a la que se aplica para averiguar los efectos de la temperatura sobre la longitud, superficie o volumen de los cuerpos (leyes de la dilatación).
Las **cualidades del sonido** son tres: **el tono, la intensidad y el timbre.**
El **tono** no es otra cosa que la frecuencia del sonido, es decir, el número de vibraciones por segundo. Los sonidos **agudos** tienen una frecuencia grande y, por tanto, una pequeña longitud de onda, puesto que ambas magnitudes son inversamente proporcionales; este tipo de sonido los produce, por ejemplo, el violín. Los **graves** son sonidos de baja frecuencia y de longitud de onda grande, como los que produce el contrabajo.
Para determinar el **tono** de un sonido se puede utilizar un método gráfico, que consiste en adosar un punzón (aguja o púa) en el instrumento que vibra; dicho punzón, aplicado por el otro extremo sobre un tambor que gira a velocidad conocida, dibuja sobre él la representación gráfica sinusoide que corresponde al sonido investigado. También existe el método de la sirena, que da el tono en función de los agujeros que tiene un disco giratorio y de su velocidad de giro.



La **intensidad** del sonido es la energía sonora que atraviesa la unidad de superficie en la unidad de tiempo. La intensidad es directamente proporcional al cuadrado de la amplitud de la vibración, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia del foco emisor de sonido.
El **timbre** es una cualidad del sonido que permite distinguir, en notas del mismo tono, el tipo de instrumento que las ha emitido. Esto es posible porque, en realidad, los instrumentos no emiten sonidos simples, sino conjuntos de ellos, compuestos de un fundamental y una serie de armónicos. Dependiendo del instrumento, existen más o menos armónicos, que, al componerlos, dan un movimiento periódico, pero no armónico (no sinusoidal), y de carácter especial. Estos fenómenos se comprenden perfectamente observando la figura; en ella se han dibujado con línea fina dos armónicos-sinusoidales (curva **a** y curva **b**), que emite un instrumento; en realidad, estos armónicos se superponen y forman el sonido compuesto, es decir, la línea más gruesa, que resulta de sumar algebraicamente las ordenadas de las dos curvas sinusoidales; como se puede observar, esta nueva representación gráfica, aunque periódica, no es sinusoidal.
El análisis de los distintos armónicos que componen un timbre se puede efectuar merced al fenómeno de la **resonancia**, por el cual, cuando un cuerpo capaz de vibrar se somete a una fuerza periódica del mismo período que su vibración característica, empieza a vibrar aumentando progresivamente la amplitud del movimiento. En estas condiciones, mediante una serie de resonadores de distintas dimensiones (de distintas características de vibración), se pueden conocer los armónicos de un timbre determinado, examinando si vibran o no.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	50.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 28 de febrero de 1966.

Nº 125

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: M. MEDINA (Meteorólogo TVE), trasmisión de mapas meteorológicos. C. B. ALLENDOERFER (Univ. Washington), las unidades. R. M. SUTTON (California Institute of Technology), péndulos. J. FUSET TUBIÁ (Univ. Barcelona), otros anélidos. J. CEREZO (Univ. Valladolid), destilación por arrastre de vapor. E. L. PALMER (Cornell University), la vida en la montaña. H. E. NEWELL (National Aeronautics and Space Administration), comunicaciones por medio de satélites. A. E. FITGERALD (Northeastern University), corriente alterna. E. A. FATH (Carleton College), las supernovas y el origen del hierro. J. A. ALONSO (Junta de Energía Nuclear, Madrid), protección contra las radiaciones. R. L. PEUREFOY (Oklahoma State University), construcción industrializada. R. URIOSTE (Instituto de Biología y Sueroterapia, Madrid), Eduardo Jenner.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S. A.
BOLIVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 125

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

TRASMISIÓN DE MAPAS METEOROLÓGICOS. — En primer plano, se muestra un aparato de registro encargado de reproducir los mapas radiados por los barcos.

Correo Argentino Central B	TARIFA REDUCIDA
	CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

La fabricación de queso y la religión. — El queso es uno de los alimentos más nutritivos, que rinde gran cantidad de calorías y contiene, además, diversas vitaminas y abundante calcio; unos 120 gramos equivalen, en poder alimenticio, a un litro de leche. Tradicionalmente, el queso se ha fabricado "cuajando" la leche con un extracto animal, elaborado con el estómago de las ovejas; este producto contiene gran cantidad de renina, una enzima proteolítica que provoca la coagulación de la leche.

Por este motivo, aun reconociendo las excelencias alimenticias del queso, ciertas comunidades israelíes y una gran parte de los hindúes, aparte de otros vegetarianos por tradición o religión, se muestran reacios a consumirlo. Hay que advertir que la leche no entra en la prohibición dietética, y el queso, por tanto, sólo se rechaza debido a su proceso de elaboración, en el que se emplea el extracto a que antes aludimos.

La solución al problema parece sencilla, a primera vista; basta aislar y purificar la renina del homogeneizado de estómagos, para que se utilice solamente la sustancia activa, que, purificándola al máximo, puede constituir un simple polvo cristalino. Pero este proceso es muy difícil y costoso, de tal forma que la renina que se obtuviera sería inaplicable por su elevado precio.

La solución del problema ha sido orientada de forma ingeniosa por varios científicos de la Universidad Hebrea de Jerusalén. Basándose en el hecho de que casi todas las enzimas proteolíticas coagulan la leche, investigaron la posible aplicación de enzimas vegetales en este proceso.

Se han conseguido resultados favorables con proteasas aisladas de la semilla del ricino y del látex de la higuera. Con extractos vegetales de estas materias, ricos en enzimas proteolíticas, se elaboran quesos de buena calidad, que se conservan perfectamente; por otra parte, los extractos se obtienen con facilidad y a un precio bastante módico.

Atletas de plástico. — Ciertos plásticos, como los copolímeros del polivinilo y del ácido poliacrílico, tienen la propiedad de cambiar de dimensiones, como respuesta a variaciones químicas en el medio en que se encuentran. Las expansiones y contracciones dependen de la ionización de los grupos fenólicos presentes. Impregnando fibras de plástico con platino, para que puedan constituir un electrodo, y disponiendo en ellas otro electrodo de platino, según el potencial que se establezca entre ambos, el fluido (una solución salina) que rodea el conjunto se vuelve ácido o alcalino, lo que determina la modificación de la longitud de las fibras. Aunque las respuestas que se han obtenido en las experiencias son algo lentas, el fenómeno puede servir de punto de partida para obtener, en el futuro, músculos de plástico.

NOTICIAS DE MAÑANA

Modernos buscadores de diamantes. — En estos últimos tiempos han sido descubiertos varios importantes yacimientos de diamantes, en el territorio de la Unión Soviética cercano al Círculo Polar Ártico. En aquellas desoladas latitudes, el clima es muy riguroso, pues durante el invierno la temperatura desciende hasta 60°C bajo cero; en tales condiciones, el trabajo del hombre resulta casi imposible, y dichos yacimientos habrían sido inexplotables en el siglo pasado. Sin embargo, la técnica actual obra "milagros", haciendo posibles las tareas más difíciles.

Los sabios soviéticos del Instituto Yakut, dedicado a la búsqueda de nuevas minas de diamantes, están ocupados en diseñar ciudades confortables, con un clima artificial templado, que será mantenido por medio de radiadores eléctricos; la energía necesaria para alimentar tres ciudades previstas será suministrada por una central hidroeléctrica que se construye actualmente en Vilyui.

La primera ciudad que ahora surge, Udachnaya, dispondrá de todos los recursos necesarios para evitar la "claustrofobia" de sus habitantes, obligados a vivir en un área limitada. En ella se construyen tiendas, jardines de infantes, piscinas, gimnasios, cantinas, bibliotecas, etc., y se está decorando con colores cálidos. Las viviendas estarán construidas en grupos, enlazados entre sí por galerías cubiertas para caminar o viajar con vehículos eléctricos; amplios ventanales darán luz durante el día, y evitarán, en todo momento, la monotonía de los túneles; en el centro de la ciudad se construirá también una gran plaza cubierta con jardines, donde existirán variedades de plantas florales.

TRASMISIÓN DE MAPAS METEOROLÓGICOS

En los centros meteorológicos que se encuentran repartidos por el mundo, van llegando por teletipo informes en clave de las estaciones meteorológicas. A partir de esta información, los meteorólogos pueden ir trazando en un mapa las isobaras, las depresiones y los anticiclones, los frentes fríos y los calientes. Luego, los detalles del tiempo se trasmiten desde el centro meteorológico a las líneas marítimas y aéreas, a los usuarios civiles y militares, a las cadenas de radio y televisión, pues todos necesitan informaciones sobre el estado del tiempo. Hasta hace poco, una vez que los meteorólogos habían conseguido trazar el mapa y fijar la situación del tiempo, no era necesario ponerlo en clave para trasmitirlo por teletipo a la gente que lo necesitaba. Sin embargo, éste solía ser el principal método de comunicación. Era complicado, porque los que habían recibido la información debían reconstruir el mapa. Se necesitaba personal muy versado para descifrar la clave en cada estación receptora, y se podía incurrir en errores con mucha facilidad.

Actualmente, puede trasmitirse el mapa meteorológico completo. El mapa, que muestra cuál es el estado del tiempo, con todas las isobaras y los frentes indicados, se confecciona en el centro meteorológico, se coloca luego en un tambor metálico y se adapta a un trasmisor. Luego, es analizado (de modo muy similar al análisis de una imagen mediante una cámara de televisión), y la información que lleva es trasformada en una señal eléctrica, que se mezcla con una señal de radio de alta frecuencia. Después, puede ser trasmitida por un hilo (como la mayoría de las conversaciones telefónicas) o ser enviada en forma de señales de radio (como en las emisoras de radio), que se propagan en todas direcciones, desde una antena trasmisora.

Las organizaciones que necesitan el mapa meteorológico están conectadas al centro meteorológico con una *línea terrestre*, o tienen una antena receptora, que recibe el mapa radiado. A continuación, un tipo especial de receptor invierte el proceso de análisis del trasmisor, y un registro reproduce el mapa original con todas las marcas de que es portador.

ANÁLISIS DEL MAPA

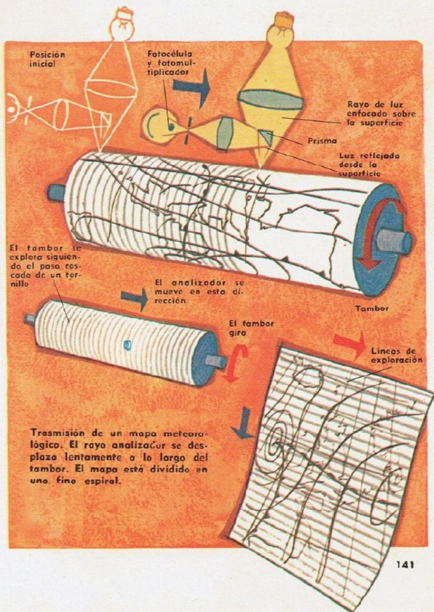
Cuando las imágenes son exploradas por una cámara de televisión, el rayo analizador de electrones recorre rápidamente la imagen de atrás hacia delante. Gran cantidad de información debe trasmitirse en un tiempo breve. Para trasmitir un mapa se utiliza un método distinto, ya que no hay tanta urgencia. En 18 minutos se emite y se recibe un solo mapa meteorológico.

El mapa se enrolla alrededor de un tambor, que es accionado por un motor eléctrico, de modo que gira a una velocidad constante de 60, 90 ó 120 revoluciones por minuto. Al mismo tiempo, un sistema óptico produce un punto luminoso, que recorre el mapa rápidamente de un extremo a otro, siguiendo la dirección del eje del tambor. Al girar el tambor y moverse el punto luminoso, la luz va recorriendo una espiral muy apretada en el mapa. Por cada centímetro de mapa hay 19 ó 38 vueltas de espiral.

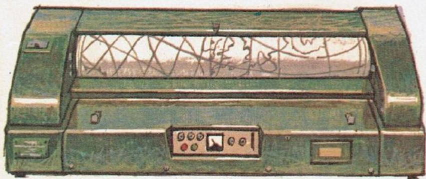
Parte de la luz del rayo es reflejada por el papel; la cantidad depende de las marcas existentes. Una línea negra refleja muy poca luz, mientras que una mancha blanca refleja mucha luz. La luz reflejada por el mapa es desviada por un prisma y alcanza un *fotomultiplicador* sensible. El rayo de luz choca contra los electrones de la superficie activa del fotomultiplicador. La energía del rayo de luz se convierte en un haz electrónico. Este es el muy conocido *efecto fotoeléctrico*. El haz electrónico es amplificado. Las variaciones en la intensidad de un haz electrónico (que es una corriente eléctrica) corresponden ahora a las marcas localizadas por la luz, al explorar el mapa.

Es fácil ver cómo las líneas analizadas por una cámara de televisión se vuelven a juntar y forman la imagen que se percibe en la pantalla del receptor. La exploración de la cámara es muy similar a la que se realiza en el receptor.

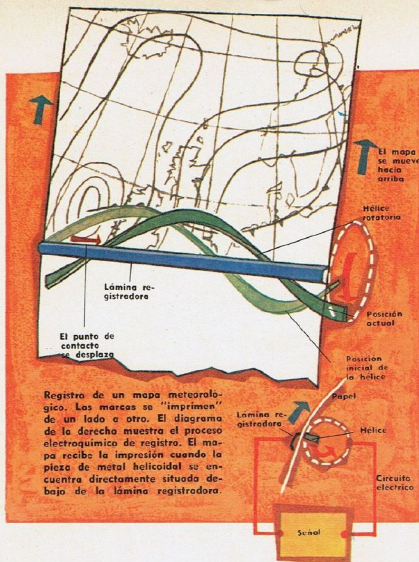
Sin embargo, hay diferencias entre la emisión y el registro de



Trasmisión de un mapa meteorológico. El rayo analizador se desplaza lentamente a lo largo del tambor. El mapa está dividido en una fina espiral.



El tambor de trasmisión gira a 60, 90 ó 120 revoluciones por minuto.



Registro de un mapa meteorológico. Las marcas se "imprimen" de un lado a otro. El diagrama de la derecha muestra el proceso electroquímico de registro. El mapa recibe la impresión cuando la pieza de metal helicoidal se encuentra directamente situada debajo de la lámina registradora.

un mapa meteorológico. La primera consiste en que el original se encuentra montado trasversalmente en el trasmisor, mientras que el papel en el que se registrará el mapa va saliendo con lentitud de un rollo, a través del registro. La imagen se registra en sentido *longitudinal*.

Cada vez que el cilindro trasmisor gira, el analizador sólo cubre una estrecha banda del mapa original, desde un extremo al otro (este es el motivo por el que el mapa original se coloca trasversalmente). Esta banda es la primera que se trasmite y, por tanto, la primera en registrarse. Pero como un mapa se encuentra colocado en forma trasversal y el otro longitudinalmente, la primera línea se registrará de izquierda a derecha.

La pluma registradora es una lámina fijada horizontalmente en el registro, y no se mueve. La señal de la corriente se encuentra conectada a esta lámina. Debajo de ella hay una pieza de metal enrollada en forma de hélice (de saca-corchos), que gira a la misma velocidad que el tambor de trasmisión (a 60, 90 ó 120 revoluciones por minuto).

La hélice solo tiene una vuelta completa, lo que significa que sólo una parte de la lámina registradora se encuentra directamente por debajo de ella en un momento dado. En este momento, la señal pasa entre la lámina registradora y la hélice, y aparece una marca en el papel. A medida que gira la hélice, este punto se desplaza de izquierda a derecha en el papel.

Al mismo tiempo, el papel va moviéndose lentamente en el registro. Se mueve a la misma velocidad que el rayo analizador lo hace a través del mapa, en el emisor.

Mientras el emisor está trasmitiendo, el registro anota. Aproximadamente 18 minutos después, el mecanismo ha trazado una copia perfecta del mapa meteorológico. Todas las zonas de éste han sido cubiertas por el mecanismo explorador.



Porción ampliada de un mapa registrado. El mapa está formado por líneas paralelas.

TRAZADO DEL MAPA

El papel que se utiliza en el registro es *electrosensible*. Está impregnado por un electrolito (sustancia que contiene cargas eléctricas móviles —los iones—, que son los encargados de trasportar la corriente eléctrica).

La lámina registradora es de acero inoxidable, y la señal que llega al registro se convierte, primero, en una corriente eléctrica variable (las variaciones corresponden a las manchas claras y oscuras que recoge el emisor). Esta corriente variable llega a la lámina de acero inoxidable y pasa, a través del papel impregnado, hasta la hélice en rotación; la corriente descompone el papel, y una de las sustancias formadas reacciona con la hoja de acero. Se forma una sal de hierro (sal férrica). Ésta reacciona con una sustancia cromógena del papel y lo colorea de negro.

Cuando no existe corriente quiere decir que en el mapa original hay un punto blanco. Si la corriente ennegrece la copia, el mapa original es negro en ese punto.

El registro resulta permanente y no decrece. Puede copiarse con una máquina multicopiadora.

PUESTA EN MARCHA Y DETENCIÓN

El emisor y el registro giran ambos al mismo tiempo (existe, naturalmente, una pequeña diferencia, debida al tiempo que tardan las ondas electromagnéticas en recorrer la distancia entre el emisor y receptor). La mayoría de los registros es automática, es decir que una señal del emisor debe advertirle que va a empezar la trasmisión de informaciones.

Cuando se pone en marcha el emisor, se trasmite una señal de *partida* de 300 a 675 ciclos por segundo. El receptor responde a esta señal. Un circuito eléctrico sincronizado la recibe (está *acordado* para contestar a señales de 300 a 675 ciclos por segundo). Entonces, se pone en marcha, automáticamente, el tambor del registro, de modo que gire a la velocidad correcta.

Luego se envía una señal de impulsos *en blanco*, durante 15, 30 ó 45 segundos. Estos impulsos se llaman *de fase*; con ellos se consigue que las imágenes emitidas y registradas empiecen en el mismo punto del cilindro. Las señales *en blanco* no dejan marca en el tambor. Posteriormente, comienza la trasmisión en el estricto sentido de la palabra.

Cuando ya se ha trasmitido el mapa, se genera y trasmite una señal de 450 ciclos por segundo. El analizador luminoso del emisor vuelve a su punto de origen, y aquél se detiene. El registro se desconecta automáticamente en cuanto recibe la señal de 450 ciclos por segundo.

La señal de radio que trasmite el mapa tiene una frecuencia comprendida entre mil y cinco mil ciclos por segundo. Algunos registros automáticos están diseñados de modo que se ponen en marcha y se detienen cuando empieza o acaba la trasmisión de esta banda particular de frecuencia portadora. Esto es especialmente útil cuando la estación emisora no lanza señales de puesta en marcha y de detención, o cuando hay una interrupción en el curso de las trasmisiones.

ÍNDICE DE COOPERACIÓN

Naturalmente, los emisores y los registros deben tener dimensiones tipo, para que correspondan a señales patrón. De otro modo, no se conseguiría una exacta reproducción del mapa.

Todos los tambores de trasmisión tienen un diámetro de 15 centímetros, lo que significa que todos los mapas meteorológicos son de unos 45 centímetros de anchura. Pueden tener 55 ó 110 centímetros de largo. El número de veces que el rayo pasa por el papel, en cada centímetro, es de 19 a 38. El número de líneas por centímetro, en el mapa registrado, debe ser el mismo que en el mapa emitido. Un registro sólo puede funcionar si el producto del número de líneas por centímetro y la anchura del mapa es igual que en la imagen trasmitida. En la práctica, como el número de centímetros está directamente relacionado con el diámetro del tambor, se tiene en cuenta el producto del diámetro del tambor por el número de líneas por centímetro. Este número recibe el nombre de *índice de cooperación*.

LAS UNIDADES



Una fracción de persona sólo aparece en las estadísticas. La gente forma números enteros.

Es muy fácil contar el número de personas que hay en una habitación. Una persona = una unidad. Siempre que se trate de objetos enteros, es muy fácil hacer sumas y restas, ya que un objeto = una unidad. Sin embargo, en la naturaleza tenemos muy pocas unidades de longitud que sean adecuadas. Unidades como el pie y la yarda tienen una base natural. Un pie es, más o menos, la longitud del pie de un hombre, y una yarda, la longitud de un paso largo. Pero el pie y la yarda no quedan bien definidos, ya que las distintas personas dan pasos diferentes, y sus pies no tienen el mismo tamaño.

Cualquier medida de longitud, de superficie o de volumen debe hacerse siempre con unidades patrón bien definidas. Como no existen unidades naturales equivalentes a estas magnitudes, el hombre ha tenido que definir unidades convencionales, como el pie y el metro.

Unidades de este tamaño son útiles para medir la altura de una silla o la longitud de una habitación. Pero nadie expresaría el diámetro de una bacteria microscópica en metros; para ello se utilizan unidades mucho más pequeñas, como el micrón o el angstrom. En realidad, estas unidades inferiores se basan en el metro. Un micrón es la millonésima parte de un metro, y un angstrom es diez mil veces menor. En el trabajo científico no se utilizan nunca unidades pequeñas basadas en el pie.

Las grandes distancias se miden también con unidades mayores, como la milla o el kilómetro. La distancia a la que se encuentran las estrellas es tan grande que debe ser expresada en años-luz. Esta última unidad no se basa ni en el pie ni en el metro. Es la distancia que la luz puede recorrer (a 300.000 kilómetros por segundo) en un año. Un año luz representa una longitud de 9.460.800.000.000 de kilómetros.

La unidad de longitud científica, el metro, se define como 1.552.734,5 veces la longitud de onda de la radiación roja, emitida por cierta clase de lámpara de cadmio. Sin embargo, esta elección arbitraria puede reproducirse con exactitud en cualquier laboratorio del mundo.

UNIDADES DE SUPERFICIE

El área de una alfombra puede medirse en metros cuadrados o, en el sistema inglés, en pies cuadrados o yardas cuadradas. La unidad de superficie es el cuadrado, cuyo lado es igual a la unidad de longitud.

El área de un círculo se indica también en *unidades cuadradas*. Habría sido posible, naturalmente, tomar como unidad de superficie la del círculo de radio unidad. Pero resultaría difícil medir una superficie tomando un círculo como patrón, pues sólo encajaría exactamente en el interior de otro círculo de igual radio. En cambio, los cuadrados unidad encajan perfectamente unos dentro de otros, y por eso se los prefiere.

Del mismo modo, la unidad de volumen es el cubo de lado igual a la unidad: el centímetro cúbico, el metro cúbico, la pulgada cúbica, la yarda cúbica.



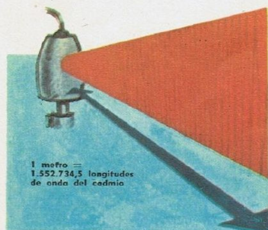
No existen unidades de longitud adecuadas. El hombre ha tenido que inventar unidades arbitrarias.

UNIDADES DE LONGITUD

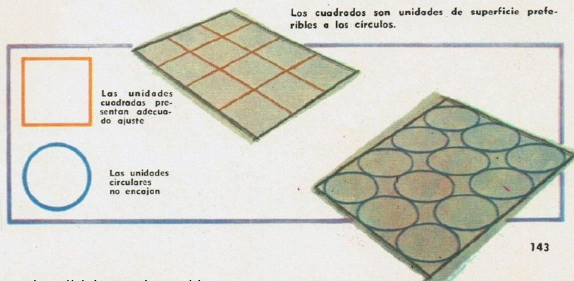
En el sistema británico de pulgadas, pies y yardas hay que utilizar factores de 12,3 y 1,760. En cambio, en el sistema métrico, para pasar de unidades pequeñas a otras mayores sólo se necesita el factor diez.

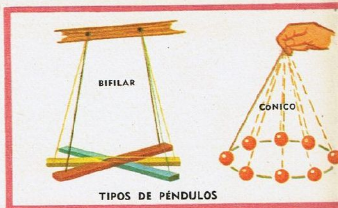
(m = metro)

1 angstrom (A)	$= \frac{1}{10.000.000.000}$ m
1 micrón (μ)	$= \frac{1}{1.000.000}$ m
1 milímetro (mm)	$= \frac{1}{1.000}$ m
1 centímetro (cm)	$= \frac{1}{100}$ m
1 decímetro (dm)	$= \frac{1}{10}$ m
1 decámetro (Dm)	= 10 m
1 hectómetro (Hm)	= 100 m
1 kilómetro (Km)	= 1.000 m



Los cuadrados son unidades de superficie preferibles a los círculos.





PÉNDULOS

Un péndulo, oscilando por la acción de la gravedad y suspendido en un punto fijo, marca iguales intervalos de tiempo. Este hecho, observado primeramente por Galileo en la catedral de Pisa, le permitió diseñar el primer reloj de péndulo. Galileo se dio cuenta de que el tiempo de oscilación de los candelabros no dependía de la amplitud de la oscilación. El gran éxito logrado en la adaptación del péndulo en los relojes se debe al físico holandés Christian Huygens, que dedicó gran parte de su labor de investigador a resolver este problema. Los péndulos se utilizan hoy en relojes, en dispositivos de vigilancia de minas, y en los metrónomos.

Péndulo compuesto, para determinar la relación entre el tiempo de oscilación y la distancia al centro de suspensión.

Cronómetro

El tiempo de oscilación del péndulo, en cada agujero, se halla con bastante exactitud contando unas cincuenta oscilaciones

Borde afilado

Cinta perforada

Gráfico que muestra la dependencia del período con la distancia, desde el punto de suspensión hasta el centro de gravedad

Centro de gravedad

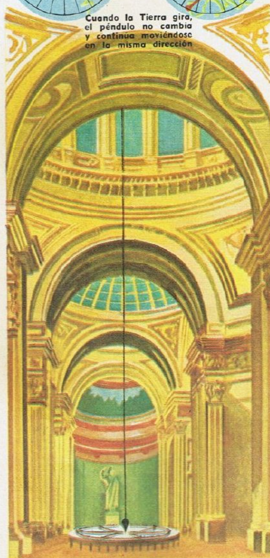
Mínimo período de oscilación

Tiempo de oscilación

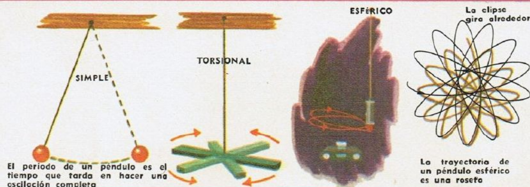
Distancia desde el centro de suspensión hasta el centro de gravedad

Existen distintos tipos de péndulos. Dos usuales son: el *simple*, que consiste únicamente en una esfera pesada, suspendida en el extremo de un filamento (hilo), y el *compuesto*, que es rígido. El período de oscilación de un péndulo simple, es decir, el tiempo que tarda en ir desde una posición extrema a la otra, y volver, es $2\pi\sqrt{l/g}$, donde l es la longitud del filamento, y g, la aceleración debida a la gravedad en la superficie terrestre. En un lugar donde g sea menor —por ejemplo, en la Luna—, el período será mayor, y los relojes de péndulo marcharán más despacio. Esto es debido a que, al ser g menor, $2\pi\sqrt{l/g}$ es mayor. La dependencia del período respecto a g proporciona un útil método para la determinación de la gravedad en la superficie de la Tierra. Para lograr una fuerza que impulse la rueda de escape de un reloj de péndulo, un péndulo simple, con su falta de rigidez, no es útil, y por eso se usa un *péndulo compuesto*. Un péndulo compuesto, que se construye fácilmente, es un largo tubo de metal, con agujeros taladrados a intervalos regulares. El péndulo se hace oscilar suspendido de un borde afilado, que atraviesa uno de los agujeros. Conforme el punto de suspensión se acerca hacia el centro del tubo (el centro de gravedad), el período de oscilación comienza a disminuir, y vuelve a aumentar al alejarse de él. Esto indica que hay una cierta distancia, desde el centro de gravedad, en la que el período de oscilación es mínimo. Si el péndulo se suspende en el otro sentido, puede hallarse el mismo punto en el otro lado. El mínimo período de oscilación del péndulo compuesto es el mismo que el de un péndulo simple cuya longitud sea la distancia entre dos puntos. El valor de g se determinó en Londres, en 1817, por este procedimiento. El período de un péndulo depende directamente de su longitud. Cualquier





Péndulo de Foucault, en el Panteón de París.



El período de un péndulo es el tiempo que tarda en hacer una oscilación completa

La trayectoria de un péndulo esférico es una roseta

El movimiento de un péndulo demuestra la ley general de conservación de la energía. La energía cinética (energía de movimiento) se convierte en energía potencial (energía de posición, debida a la posición de la esfera o a la torsión del hilo), y viceversa. Cuando el peso se desplaza, la energía se gasta para vencer la resistencia del aire y, finalmente, el péndulo se detiene.

LA CORRECCIÓN DE CHRISTIAN HUYGENS

Desgraciadamente, el valor calculado del período de oscilación de un péndulo ideal simple y de otro compuesto son correctos sólo si se toma un ángulo de oscilación pequeño. Un cálculo más exacto muestra que el período del péndulo depende de la longitud del arco de oscilación. Tan pronto como varía este arco, se produce un error en el período. Christian Huygens investigó la parte matemática del arco de oscilación y comprobó que, si el extremo superior del péndulo era flexible y describía una cicloide (curva descrita por un punto situado en un círculo, cuando éste gira), la dependencia del período con la longitud del arco desaparecía, y el péndulo marcaba siempre un tiempo exacto. Diseñó un reloj basado en estos principios, pero no se construyó en aquel tiempo.

variación en la temperatura puede cambiar la longitud y, por tanto, alterar el período. En los relojes, este problema se resuelve de distintas maneras. Los grandes relojes de las iglesias tienen péndulos con varillas de madera. Ésta se dilata poco con el calor. Se suele utilizar un *péndulo compensado*, que depende de las distintas dilataciones que sufren con el calor los diferentes materiales que lo constituyen. Cuando la varilla que une el péndulo se dilata y desciende el peso (o su soporte), las otras se acortan. El resultado es que la longitud del péndulo no cambia.

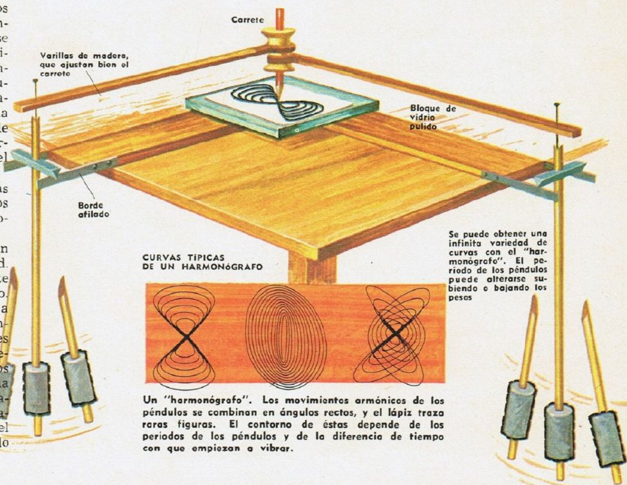
Uno de los péndulos históricamente más famosos es el inventado por Carlos Foucault, en 1851, para demostrar la rotación de la Tierra.

Una esfera de hierro se suspende de un hilo de acero de 65 metros de longitud. A continuación, se desplaza lateralmente y se sujeta en esta posición, con un hilo. Éste se quema, y el péndulo comienza a oscilar lentamente. El péndulo mantiene la dirección de sus oscilaciones mientras la Tierra se halla girando debajo de él. En el Polo Norte, uno de estos péndulos tardaría 24 horas en dar una revolución completa; en Londres, lo haría en 30 horas y 40 minutos; en el ecuador, parecería como si no girara. En el hemisferio norte, girará en el sentido de las agujas de reloj, y en el sur, inversamente. De hecho, el número de grados que gira al cabo de una hora, en cualquier parte de la Tierra, es el seno del ángulo de la latitud por 15.

Una esfera que gira describiendo un círculo, suspendida de una cuerda, se denomina *péndulo cónico*. Un péndulo cónico de cierta longitud tiene el mismo período de oscilación que uno simple de la misma longitud. Ambos péndulos son un tipo especial del péndulo esférico, esfera sujeta a una cuerda, que gira describiendo una elipse. Una línea recta (péndulo simple) y un círculo (péndulo cónico) son los casos extremos de la elipse.

Uno de los movimientos más interesantes de estas elipses se advierte difícilmente. Cuando la esfera oscila describiendo elipses, la elipse gira y traza una figura semejante a una roseta. Podemos fotografiar este fenómeno interesante suspendiendo una pequeña linterna de una cuerda larga, en una habitación oscura donde se dispone una máquina fotográfica. La rotación gradual de la elipse es muy pequeña, comparada con las oscilaciones del péndulo. Debe tenerse cuidado al poner en marcha el péndulo de Foucault, pues si por casualidad se le imprime un movimiento lateral, describirá una trayectoria elíptica, ya que se convierte en un péndulo esférico. La rotación alrededor de la elipse ocultará la rotación debida a la Tierra. Por esta causa, se pone en marcha quemando el hilo que lo sujeta, para hacerlo oscilar en un plano.

Pese a su nombre, el *péndulo torsional* no depende de la gravedad. Es un cuerpo pesado, girando en uno y otro sentido en el extremo de un alambre, y puede usarse en el laboratorio para averiguar la resistencia del alambre a la torsión. Una barra suspendida por sus extremos en dos cuerdas paralelas se llama *péndulo bifilar*. Su período no depende de la masa de la barra.



Se puede obtener una infinita variedad de curvas con el "harmonógrafo". El período de los péndulos puede alterarse subiendo o bajando los pesos

Un "harmonógrafo". Los movimientos armónicos de los péndulos se combinan en ángulos rectos, y el lápiz traza raras figuras. El contorno de éstas depende de los períodos de los péndulos y de la diferencia de tiempo con que empiezan a vibrar.

OTROS ANÉLIDOS

El más conocido de los anélidos es la lombriz de tierra. Posee sus rasgos característicos. Su cuerpo está dividido en un gran número de segmentos, cuya estructura es básicamente idéntica. Por ejemplo, cada segmento posee su propio par de órganos excretores —llamados *nefridios*—, como, asimismo, su propio ganglio nervioso, situado ventralmente en el cordón nervioso.

Insertadas en hoyos, realmente en el interior del endodermo, se encuentran unas cerdas quitinosas, llamadas *quetas*. La lombriz de tierra sólo tiene cuatro quetas en cada segmento. Pertenece a un grupo de anélidos llamados *oligoquetos* (del griego *oligos*, poco). Las lombrices de tierra son los de mayor tamaño y los más importantes del grupo; los oligoquetos de agua dulce y los que habitan en las costas son todos pequeños e invisibles. Hay un gran grupo de anélidos, mucho más espectaculares, cuyos individuos ofrecen una diversidad mayor: los *poliquetos*. Su nombre alude al gran número de quetas que poseen (del griego *poli*, mucho). También reciben, a veces, el nombre de *gusanos con cerdas*. Los anélidos poliquetos son casi todos marinos; en realidad, se trata de uno de los grupos invertebrados marinos más abundantes, y presenta divergencias en la estructura y en las costumbres, igualadas únicamente por los moluscos y por los crustáceos. A diferencia de lo que ocurre con los oligoquetos, los poliquetos no son hermafroditas.

El tercero y último grupo de anélidos es el de las *sanguijuelas* o *hirudíneos*. Relativamente poco numerosas, las sanguijuelas son seres que se han adaptado especialmente a la vida parasitaria.

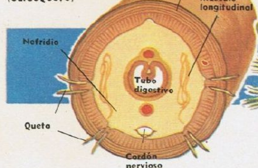
Las quetas o cerdas de los poliquetos son más numerosas que las de los oligoquetos y, en lugar de estar insertadas en la piel, aparecen en haces, que salen de unas prominencias especiales en forma de hoja, llamadas *parapodios* o *parápodos* (pies laterales). Cada segmento posee un par, uno a cada lado. Los parapodios, que están bien desarrollados en el poliqueto marino más corriente —el *Nereis*—, tienen una parte superior, el *notopodio*, y otra inferior, el *neuropodio;* cada una lleva su propio haz de cerdas. Por encima y por debajo de los parapodios hay unos repliegues de piel: los *cirros* dorsal y ventral.

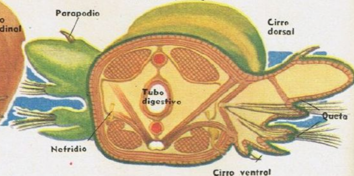
Los poliquetos también difieren de los oligoquetos en que poseen una cabeza distinta. Las lombrices tienen un segmento o *prostomio* junto a la boca, pero nada que pueda sugerir una concentración de órganos sensoriales. Sin embargo, en los *Nereis*, el prostomio está dotado, por encima, de un par de tentáculos sensibles, y de un par de palpos por debajo. Los dos segmentos siguientes se han fundido. Son los únicos del *Nereis* que no poseen parapodios, pero siguen teniendo los cirros bajo la forma de tentáculos sensibles.

El *Nereis* es un ejemplo de poliqueto *errático*, un gusano que puede trasladarse utilizando sus filas de parapodios como aletas para nadar o, sencillamente, haciendo ondular su cuerpo. En realidad, pasa la mayor parte de su tiempo en agujeros poco profundos. Las cerdas erizadas, que en otros tiempos sirvieron probablemente de protección, permiten ahora al animal agarrarse a las paredes lisas de su agujero, mientras que movimientos ondulatorios suaves de su cuerpo facilitan el paso del agua hacia dentro y hacia fuera, llevando oxígeno e información sobre el alimento que se encuentra en la proximidad. Cuando pequeños animales pasan cerca del agujero, la primera parte del tubo digestivo del *Nereis* —la *faringe*— se vuelve, de modo que se proyecta fuera del agujero. En su extremo hay dos mandíbulas córneas, para atrapar la presa.

Otro grupo de poliquetos erráticos son los *placodermos*. La parte superior de estos seres está recubierta con placas que forman una coraza y les hacen parecerse a los moluscos tunicados. Las placas reciben el nombre de *élitros*, y son, en realidad, una adaptación de los cirros dorsales; estas estructuras están curvadas hacia delante y hacia atrás, a ambos lados del cuerpo, y se solapan sobre la superficie superior. Los placodermos son generalmente pequeños, no sobrepasando algunos centímetros de longitud. Hay una excepción notable: la *rata de mar (Aphrodite);* este ser no tiene la apariencia de un gusano, hace agujeros en los barros de las aguas, lejos de la costa, tiene una longitud de 15 centímetros y una anchura de 5. Sus escamas no son visibles, ya que una densa capa de pelo mate cubre la superficie superior. El pelo está formado, en realidad, por quetas modificadas, que proceden del notopodio —la parte superior del parapodio—. Unas quetas cortas e iridiscentes le sirven para la locomoción. Mientras se encuentra seguro en su agujero, bombea agua en

"Sabella", uno de los gusanos que forman tubos. Hermosos tentáculos semejantes a plumas, bien provistos de cilios, emergen de la abertura. El tubo —de barro— puede alcanzar 30 centímetros, por lo que los tentáculos no están en contacto con el fondo del mar.





Secciones trasversales de una lombriz de tierra (oligoqueto) y del "Nereis" (poliqueto). Los poliquetos se distinguen por las numerosas grietas y por los "pies" o parapodios. Estos últimos están accionados por músculos y sirven para la locomoción. Se observa una gran diversidad en la forma de los parapodios, cerdas y cirros.

forma continua a través del espacio entre el dorso y la cobertura de pelos. Tal vez, las escamas absorben oxígeno. Se ha observado que el *Nereis*, en su primera fase, vive en un agujero. Pero, cuando llega el momento de la reproducción, se advierte un cambio notable en sus costumbres y en su estructura. A medida que el esperma y los huevos se desarrollan en los cuerpos de los machos y de las hembras, los parapodios se hacen mayores, y las quetas espinosas, más planas, casi con forma de remo. Los colores de los gusanos (y éstos varían enormemente, según las especies) se intensifican, y los ojos de los machos se hacen mayores. Finalizado el cambio, los gusanos se dirigen hacia el mar abierto y liberan el esperma y los huevos en el agua. Este estado sexual del *Nereis* recibe el nombre de *heteronereis*. En un principio, se creyó que los heteronereis representaban una especie totalmente distinta, lo cual no resulta sorprendente.

En algunas especies, los parapodios y los cirros dorsales tienen siempre forma de remo, y los animales nadan tanto como se arrastran. Una forma pelágica notable es el *Tomopteris*. Sus parapodios se han desarrollado en enormes lóbulos. En la cabeza se encuentran dos "antenas" muy grandes. Estas son, en realidad, parapodios bastante modificados y soportados por quetas muy largas. Existen otros poliquetos distintos de los erráticos y de los que viven en agujeros; se albergan en unos tubos que ellos mismos construyen. Los apéndices de la cabeza son, generalmente, mucho más numerosos que los del *Nereis*, por ejemplo; además, están muy modificados y su tamaño es mucho mayor. Los gusanos que viven en tubos se alimentan por filtración. Los tentáculos que surgen de la cabeza tienen unos surcos ciliados, a través de los cuales las partículas de alimento son enviadas hacia la boca. No tienen una faringe o mandíbulas extensibles, como el *Nereis*, y sus parapodios son, generalmente, de un tamaño más reducido.

Los *serpúlidos*, constructores de tubos, forman sus caparazones con carbonato cálcico, una sustancia que excretan ellos mismos. Algunos tubos son relativamente rectos, pero otros se hallan tan enrollados, que se parecen a los caparazones en espiral de los caracoles. Otra particularidad de los serpúlidos consiste en que el peristomio —los dos segmentos fundidos que constituyen la cabeza— forma un collar que se repliega sobre la parte exterior del tubo y segrega unos anillos arqueados de refuerzo. Uno de los tentáculos de la cabeza tiene una rama hinchada, que, cuando el animal se retrae, encaja exactamente en la boca del tubo.

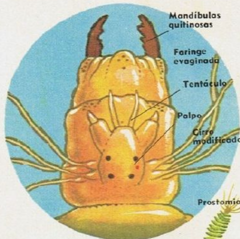
Los *sabélidos* forman sus tubos uniendo arena y partículas de barro. Los tubos pueden estar enterrados en la arena o adheridos a las rocas. La *Sabella pavonima (gusano pavo real* o *abanico de mar)* tiene un aspecto magnífico. Su tubo mide 30 cm. de largo y, desde la abertura, se proyectan unos tentáculos ciliados de colores vivos.

Los *terebélidos* hacen tubos de arena o de barro. Además de los tentáculos para conseguir la comida, tienen tres pares de agallas detrás de la cabeza, para respirar. Los serpúlidos y los sabélidos no presentan una estructura especial, sino que respiran a través de toda la superficie del cuerpo.

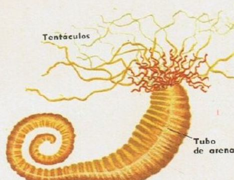
De todos los poliquetos, el gusano que más se parece a la lombriz de tierra es el *arenícola*. Éste hace agujeros y, al igual que la lombriz de tierra, consume grandes cantidades de barro, del que obtiene la materia orgánica que necesita. Un producto de su actividad son unas espirales en forma de gusano, bien visibles en cualquier playa arenosa. Sus quetas son pequeñas en las partes delantera y media del cuerpo, pero faltan totalmente en la posterior. En la región media, lleva un par de agallas plumosas, en la superficie dorsal. No tiene tentáculos sensoriales, que serían un estorbo al hacer los agujeros. Pero su faringe puede extenderse. En vez de mandíbulas, su superficie está cubierta con unas papilas diminutas, que proporcionan al gusano la adherencia suficiente para desplazarse por la arena.



El más modificado de todos los poliquetos es el "Chaetopterus variopedatus", que vive en la arena dentro de un tubo en forma de U, parecido al pergamino. Algunos de los parapodios son grandes y tienen aspecto de abanico; hacen circular el agua a través del tubo. Las partículas alimenticias son atrapadas por una especie de bolsa de mucus que segrega y traga periódicamente.



"Nereis" (gusano de harapos). Los parapodios se proyectan en forma de harapos. (Arriba) Cabeza del "Nereis", con sus órganos sensitivos y su faringe mandibulada proyectada.



Gusano terebélido. Los tentáculos, brillantemente coloreados, son muy numerosos, y están modificados para capturar pequeñas partículas alimenticias. Normalmente, el tubo se encuentra enterrado en la arena.

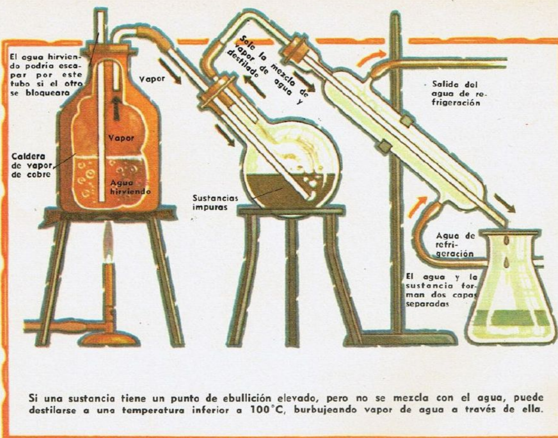


"Aphrodite" o rata de mar. Los cirros dorsales del "Aphrodite" están vueltos hacia atrás, formando una capa protectora. Pero las escamas (los élitros) quedan cubiertas por una capa de cerdas modificadas.



El "Tomopteris", un poliqueto pelágico. Tiene enormes parapodios, que utiliza para nadar. Las antenas son parapodios que han sufrido una considerable modificación.

DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR



Si una sustancia tiene un punto de ebullición elevado, pero no se mezcla con el agua, puede destilarse a una temperatura inferior a 100°C, burbujeando vapor de agua a través de ella.

Los compuestos orgánicos cuyos puntos de ebullición son elevados pueden purificarse, con frecuencia, mediante *destilación por arrastre de vapor*.

Es muy raro que una sustancia orgánica se pueda purificar en un proceso único. Generalmente, el preparado primitivo contiene gran número de sustancias indeseables, que deben eliminarse en un paso ulterior.

Muchas veces, la destilación, puede ser una solución. Pero la destilación ordinaria presenta algunos inconvenientes. Tomemos, como ejemplo de problema, el clorobenceno crudo (C_6H_5Cl), con su gran número de impurezas del tipo de la brea. Su punto de ebullición es elevado (132°C) y, por tanto, hay que calentarlo mucho antes de que comience la destilación.

Algunas de las impurezas se carbonizan durante el proceso. En vez de hervir con una ebullición suave, el contenido empieza a saltar, y el matraz sobrecalentado puede romperse, por la acción de borbotones particularmente violentos.

En vez de calentar el matraz de destilación con un mechero Bunsen, se hace burbujear vapor de agua a traves de su contenido. El vapor mantiene la mezcla en continua agitación y, a una temperatura de unos 90°C, destila una mezcla de agua y clorobenceno que deja atrás las impurezas. El clorobenceno es insoluble en agua, por lo que los dos compuestos se disponen con rapidez en dos capas, las cuales se separan con facilidad.

El fundamento del método se halla precisamente en el hecho de que el agua y el clorobenceno son inmiscibles. La destilación por arrastre de vapor sólo puede aplicarse a sustancias que sean insolubles en agua, ya que cuando dos sustancias no son miscibles, pueden comportarse de modo totalmente independiente.

El agua y el clorobenceno no son miscibles. Cuando se calienta, el agua, por sí sola, se va evaporando cada vez más, hasta que, al llegar a 100°C, la presión del vapor de agua se hace igual a la presión atmosférica y el agua hierve. El clorobenceno solo se comporta de modo similar, pero hierve únicamente a la temperatura de 132°C. A una temperatura determinada, cada uno de los líquidos puros presenta una *presión de vapor* propia.

¿CUÁNTO CLOROBENCENO ARRASTRA EL AGUA?

Esto depende de la presión parcial (p.p.) en el punto de ebullición y de los pesos moleculares (p.m.).

$$\frac{\text{Masa de clorobenceno}}{\text{Masa de agua}} = \frac{\text{p.p. clorobenceno}}{\text{p.p. agua}} \times \frac{\text{p.m. clorobenceno}}{\text{p.m. agua}}$$

Cuando se ha llevado a cabo el cálculo (para una presión atmosférica de 740 mm. de mercurio), se averigua que el 71 % del producto destilado, en peso, debe ser clorobenceno. Este resultado se comprueba en la práctica, de forma que la destilación por arrastre de vapor es francamente eficaz, puesto que el clorobenceno destila a una temperatura muy inferior a la de su punto de ebullición.

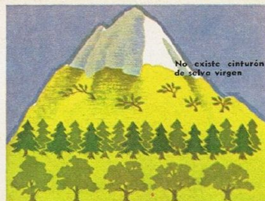
Al mezclar clorobenceno y agua, no se alteran estos puntos de ebullición, ya que las dos sustancias se comportan de modo independiente.

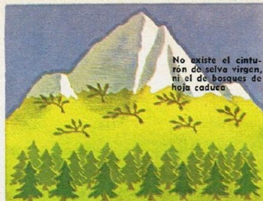
A una temperatura determinada, se puede calcular la presión de vapor de la mezcla sumando la presión del vapor de agua y la del clorobenceno. Al calentarse la mezcla, se alcanza la presión atmosférica con más rapidez que si se calentaran agua o clorobenceno solos; por lo tanto, el punto de ebullición de la mezcla es inferior a los del agua pura y del clorobenceno puro. La mezcla de vapor de agua y clorobenceno es arrastrada hacia el refrigerante.

Como la presión de vapor total en el matraz de destilación no depende de la cantidad de vapor de agua o de clorobenceno presentes, el clorobenceno seguirá destilando a la misma temperatura mientras quede algo.

El agua pura hierve cuando su presión de vapor, incrementada por el aumento de temperatura, se iguala a la presión atmosférica. Cuando se añade clorobenceno, la presión de vapor de éste se suma a la del agua. Entonces, la presión de vapor total aumenta más de prisa al elevarse la temperatura, y la mezcla hierve a una temperatura inferior que la de ebullición del agua pura.







Fuera de las regiones tropicales, pueden faltar algunos tipos de vegetación. Más lejos del ecuador, desaparece la selva y puede faltar, incluso, la zona de coníferas.

LA VIDA EN LA MONTAÑA

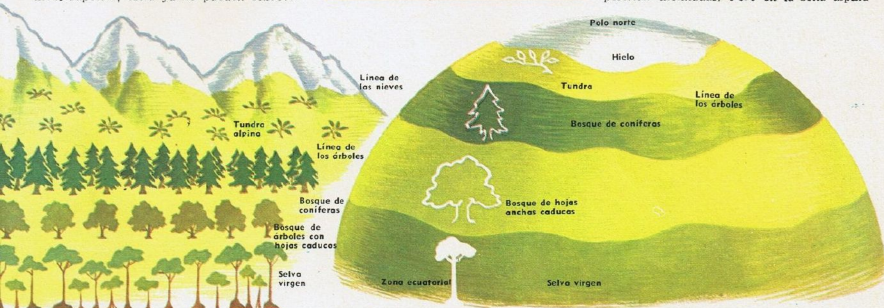
Explorando las montañas andinas en Sudamérica, el viajero y explorador alemán Alejandro von Humboldt llegó a una altura de 6.000 metros sobre el nivel del mar. Corría el año 1802. La montaña era el Chimborazo, un volcán situado en el Ecuador. En aquel tiempo, era la mayor altura alcanzada por el hombre. Pero la labor de Humboldt fue superior a la de una hazaña deportiva. Durante su ascensión había tomado cuidadosamente notas y medidas científicas con los instrumentos que se usaban en aquellos tiempos. Comprobó que, a medida que la altura aumentaba, la temperatura y la presión disminuían. Y más aún, descubrió que los cambios en las condiciones físicas influían en la vida vegetal.

La lluvia tropical, en las llanuras, da lugar a las selvas de helechos gigantes en las pendientes inferiores. A los helechos sucede una vegetación de árboles de hojas grandes y caducas. Después, a una mayor altitud, crecen las coníferas de hoja perenne. En un nivel superior, éstas ya no pueden sobrevivir; sólo se encuentran pequeñas plantas y arbustos enanos. Finalmente, se llega a la región de las nieves y de los hielos eternos, donde no existe vegetación.

Ciertas plantas alpinas se parecen más a las árticas que a las próximas de las laderas. Pero, ¿cómo llegaron hasta allí? Por ejemplo, los Alpes se encuentran a más de 2.000 Km. de la tundra ártica. Hace veinte mil años, los hielos cubrieron la parte noroeste de Europa y llegaron a los Alpes. Cuando la temperatura ascendió y los hielos se retiraron hacia el norte, las plantas que en la actualidad forman parte de la flora ártica se desplazaron también. Sólo las plantas que quedaron en los picos de las montañas pudieron sobrevivir. Por tanto, son formas de vegetación aisladas en la Edad Glacial.

La vegetación de montaña cambia a medida que se asciende, y lo hace precisamente del mismo modo en que cambia la vegetación en la superficie del planeta. Yendo del ecuador hacia los polos, se encuentra una sucesión idéntica; selvas, bosques de hoja caduca, bosques de coníferas y tundra. La causa es que, tanto al alejarse del ecuador como al ascender a una montaña, la temperatura desciende. Las regiones polares son más frías que las ecuatoriales porque el eje de la Tierra está inclinado. Las montañas son más frías porque, en ellas, el aire está rarificado y seco. Particularmente, la falta de humedad hace que el aire no pueda retener el calor. En un día de verano, la temperatura puede llegar a los 37°C. Pero en cuanto cae la noche, el calor almacenado se pierde rápidamente.

Las plantas de montaña que constituyen la zona de vegetación baja son idénticas a las de regiones bajas, aunque aquéllas desarrollan grandes raíces, que las soportan en superficies inclinadas. Pero en la zona alpina



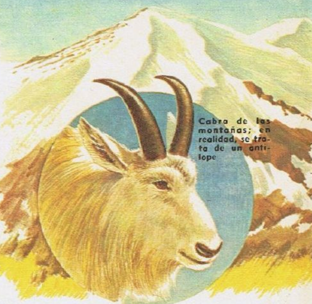
La vegetación de montaña cambia cuando aumenta la altura. En las regiones tropicales hay una gradación desde las selvas hasta la tundra de las cumbres. Esta variación en los tipos de plantas sigue unos círculos desde el ecuador hasta el Polo Norte. El descenso de la temperatura es el factor común, que da cuenta de las similitudes.



Si crecen en la montaña, las plantas de llano muestran marcados cambios en su apariencia. Las diferentes condiciones, particularmente luz y temperatura, son la causa de que tomen ciertas estructuras características de plantas alpinas.

de la tundra, por encima de la línea de los árboles madereros, se encuentran plantas que no crecen en otro lado; se trata, por tanto, de la flora alpina característica.
Las altas pendientes montañosas poseen climas muy extremos. Parecidas a la tundra ártica, largos inviernos y cortos veranos son su característica. Además, por si esto fuera poco, las pendientes están expuestas durante todo el año al azote de los vientos, que roban el calor de las plantas.

Viviendo bajo iguales dificultades, plantas diferentes han evolucionado de formas similares. Son pequeñas y crecen pegadas al suelo, para evitar la furia del viento. Por otra parte, la proximidad a la tierra les permite aprovechar el calor que se escapa de ésta. Plantas que sobresalen de la tierra sólo unos centímetros pueden tener raíces de hasta medio metro de longitud. Las raíces deben ser largas, para proporcionar a la planta una sujeción sólida en el terreno. Al mismo tiempo, han de absorber eficazmente el agua, pues ésta desaparece con rapidez en las alturas, y el viento ejerce una acción desecante muy intensa.
Muchas plantas alpinas tienen hojas como almohadillas y, aunque son pequeñas, su follaje está bien repartido, siendo abundante y grueso. Este follaje enmarañado realiza la función de los pelos de los mamíferos o de las plumas de los pájaros. Retiene en su interior una capa de aire más húmedo y cálido que el de los alrededores.
Casi todas las plantas alpinas son perennes, es decir, viven más de un año. Las plantas anuales son escasas, ya que las condiciones de vida resultan muy duras para que se cumpla el ciclo vital durante un año. En general, el crecimiento es muy lento. Pueden pasar hasta diez años para que una planta acumule suficiente energía para florecer y producir semillas.
Durante el invierno, una capa de nieve protege la planta de las temperaturas inferiores a cero. La planta queda en estado de hibernación, pero tiene almacenadas las reservas necesarias para crecer de nuevo en primavera. A veces, la nieve no llega a fundirse, y la reserva de alimento debe nutrir la planta durante dos años.
De hecho, el crecimiento o germinación puede comenzar sin que la nieve se haya fundido. La luz penetra a través de la nieve hasta 30 cm. Aunque los veranos son cortos, durante el día, la temperatura sube hasta 37°C. De noche, el aire pierde su calor y las temperaturas pueden descender hasta cerca del punto de congelación. Las plantas resisten tales altibajos porque sus hojas están cubiertas con cera o pelos. La cera evita una excesiva pérdida de agua, y los pelos retienen una capa de aire húmedo alrededor de la planta. Mientras calienta el sol, absorben toda la energía posible; por tanto, las hojas, de bello color verde, son ricas en clorofila. Cuando las plantas florecen, hay muy pocos insectos que efectúan la polinización cruzada; por esta causa, el viento es un agente muy importante en la fecundación de las plantas alpinas. Algunas plantas solucionan el problema por medio de la autofecundación. El polen producido en las anteras fertiliza el pistilo de la misma flor.
Al igual que en las regiones árticas, los líquenes —plantas constituidas por la simbiosis de algas y hongos— son los vegetales más resistentes. Medran en rocas y en lugares donde no pueden prosperar otras plantas. Crecen lentamente, pero viven cientos de años.



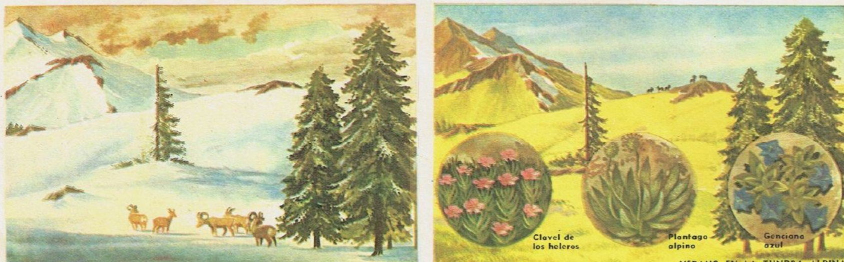
Cabra de las montañas; en realidad, se trata de un antílope

VIDA ANIMAL

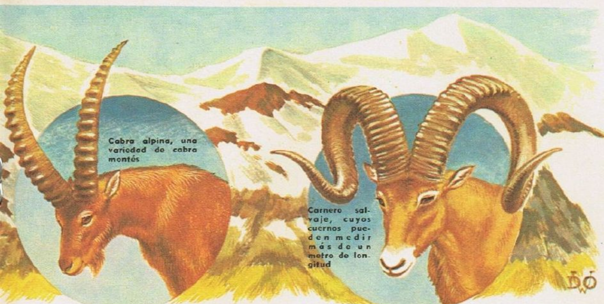
A causa de la gran variación de temperaturas que se experimenta en las montañas, sólo pueden sobrevivir los animales de temperatura constante, como las aves y los mamíferos. Consumiendo energía, mantienen una temperatura constante en su cuerpo. En contraste con ellos, los animales de temperatura variable dependen del ambiente para el mantenimiento de la temperatura del cuerpo. Los excesos de calor y de frío son, en general, perjudiciales para ellos.
Los más adecuados habitantes de las zonas montañosas son los herbívoros del tipo de las

Invierno en la tundra alpina. Muchos animales hibernan o se retiran a la zona de los árboles. La línea de los árboles madereros indica la zona más allá de la cual los árboles no pueden crecer. Aquí, un pino solitario ha tomado posesión un poco más allá de la zona. El viento ha destruido las ramas de la parte que se le enfrentaba.

En el verano, la nieve funde, proporcionando humedad. A pesar de que los días son calurosos, de noche hace frío, con temperatura bajo cero, y el viento es crudo. El clavel de los heleros es una planta alpina típica, con una maraña de tallos y hojas en forma de cojín. Los pelos de las hojas y los tallos retienen capas de aire caliente y húmedo.



VERANO EN LA TUNDRA ALPINA


Cabra alpina, una variedad de cabra montés

Carnero salvaje, cuyos cuernos pueden medir más de un metro de longitud

Los carneros, las cabras monteses y los antílopes son animales característicos de las zonas montañosas. En las zonas altas del mundo se encuentra una gran variedad de ellos. (Izquierda) Cabra salvaje; en realidad, es un antílope. Junto con el oso polar, es el único animal que tiene el pelaje blanco durante todo el año. Vive permanentemente en las montañas rocosas y no emigra ni hiberna. (Centro) Cabra alpina, que vive en ciertas zonas de los alpes; especies de este tipo de animal se encuentran también en Asia y en el norte de África. (Derecha) Carnero salvaje de Asia central, el mayor de los carneros salvajes.

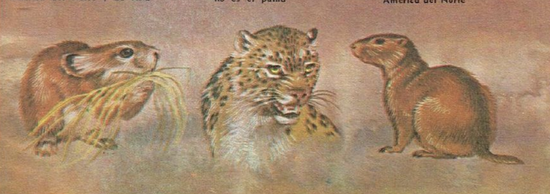
ovejas, de las cabras y de los rebecos. Durante el verano, llevan una vida errante en las alturas. En invierno suelen bajar hacia los bosques de las pendientes inferiores, donde encuentran comida y abrigo. Su gran tamaño es una protección contra el frío. En contraste con el volumen del cuerpo, la superficie de su piel —la superficie que pierde calor— es pequeña. La pérdida de calor se reduce, además, con una espesa capa de pelo. Cautelosos, rápidos y seguros en la marcha, los herbívoros de montaña son animales mucho más fuertes que sus congéneres del llano. En los terrenos fragosos corren y luchan mejor que sus perseguidores, los lobos y felinos. Las cabras tienen pezuñas en forma de pinzas, para apoyarse. También poseen calcañares altos, con cascos que actúan como ventosas.
Los animales más pequeños son menos notables, pero más abundantes. Principalmente, se trata de roedores, como las ardillas y marmotas, aunque los conejos y las liebres también se adaptan a la vida en las alturas. Se nutren de una gran variedad de alimentos, e, incluso, almacenan algunos para los meses de escasez, en el invierno. Muchas de estas criaturas quedan enterradas en la nieve —que las protege del frío—, provistas de reservas de alimentos suficientes hasta la próxima primavera.
Otro modo de soportar el frío es la hibernación. La ardilla es uno de los animales que se sumen en el sueño invernal. Durante el verano, almacena en el cuerpo grandes cantidades de alimentos, en forma de grasa. Luego, en un nido con hierba mullida, se duerme profundamente. Su temperatura desciende, y el ritmo cardíaco se hace más lento; pero tiene suficiente reserva de alimentos para mantenerse viva hasta la primavera siguiente.
Algunas aves habitan las altas regiones. Como tienen sus nidos en lugares inaccesibles, sus crías están a salvo de depredadores. Pero el área de acción de los padres no está limitada a la alta montaña, ya que las aves pueden recorrer grandes distancias.
Algunos de los mayores volátiles del mundo viven en las montañas. La envergadura del cóndor americano es, a menudo, de dos metros y medio. En sus vuelos, las aves aprovechan las corrientes de convección creadas por las montañas. El vencejo es pequeño y se alimenta de insectos. Insectos y arañas son los únicos animales de sangre fría que se encuentran en aquellas zonas. Algunos son trasportados hasta allí por el viento, pero otros se las arreglan para vivir en la montaña permanentemente, alimentándose con vegetales, con otros insectos o con carroña. Puesto que su temperatura es la del ambiente, sólo salen a la superficie cuando éste se caldea. Durante el resto del tiempo, quedan inactivos en sus refugios.

A medida que la altitud aumenta, los alpinistas escalan más despacio. El aire se rarifica, o sea, el contenido en oxígeno, necesario para las funciones vitales, se hace más escaso que en los estratos inferiores. Y, lo que es más importante, la presión disminuye: de 760 mm. de mercurio a nivel del mar, a unos 6.000 metros se ha reducido a la mitad. O sea, hay mucha menos fuerza para bombear oxígeno en los pulmones.
Sin embargo, a altitudes entre 4.500 y 6.000 metros, suficientes para presionar el pecho a un habitante de zonas bajas, hay hombres de determinadas razas que viven y trabajan normalmente, gracias a especiales adaptaciones de su cuerpo.
La caja torácica tiene forma de tonel y permite una gran expansión. En su interior, los pulmones son de un tamaño superior al normal. Por tanto, aumenta el área de intercambio de oxígeno. Los glóbulos rojos, que llevan el oxígeno a la sangre, no sólo son mayores, sino más numerosos, pues se ha comprobado que los montañeses tienen un veinte por ciento más que los habitantes de las regiones bajas.
Los hombres de montaña tienden a ser bajos y rechonchos. Sus cuerpos pequeños y fornidos permiten una mejor circulación de la sangre, ya que ésta no tiene que recorrer mucha distancia en su trayecto por los miembros. Sus extremidades contienen gran número de canales, que unen las arteriolas con los capilares. Así, la circulación es más rápida, manteniendo un buen suministro de oxígeno y una temperatura constante. Por ello, las personas que viven en la montaña son resistentes y pueden, incluso, caminar descalzas sobre la nieve.

El "pika" está emparentado con el conejo. Durante el verano, almacena hierba para alimentarse en invierno: un recolector de heno natural.

Leopardo de la nieve, el mayor carnívoro del Himalaya. Durante el invierno, sigue a sus presas incluso hasta las pendientes bajas.

La marmota alpina come hojas y raíces de las plantas de montaña. Hiberna en nidos colectivos, bajo la nieve, que la protege del intenso frío.


El "pika" ("Ochotona sp.") se encuentra en las montañas de América del Norte y de Asia

Leopardo de la nieve; el equivalente americano es el puma

Marmota alpina; hay especies en Asia y América del Norte

COMUNICACIONES POR MEDIO DE SATÉLITES

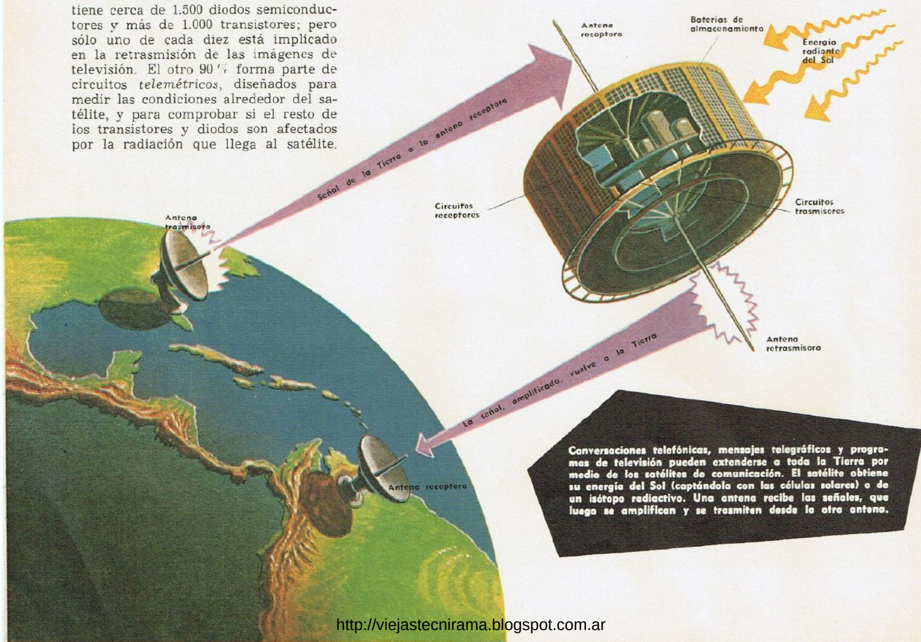
Una señal de televisión trasmitida por una antena en Maine, Estados Unidos, se puede recibir 0,05 segundo después en Cornwall, Inglaterra. 0,05 segundo es, aproximadamente, el tiempo que tardan las señales de televisión (trasmitidas por onda de ultra alta frecuencia, que se desplazan a la velocidad de la luz) en ser recogidas y retrasmitidas por el satélite *Telstar* hasta la antena receptora.

El *Telstar* hace algo más que reflejar la señal. Está dotado de circuitos electrónicos que la amplifican antes de trasmitirla a la Tierra. El satélite contiene cerca de 1.500 diodos semiconductores y más de 1.000 transistores; pero sólo uno de cada diez está implicado en la retrasmisión de las imágenes de televisión. El otro 90 % forma parte de circuitos *telemétricos*, diseñados para medir las condiciones alrededor del satélite, y para comprobar si el resto de los transistores y diodos son afectados por la radiación que llega al satélite.

El *Telstar* es un prototipo de satélite de comunicaciones, y los resultados de las investigaciones telemétricas serán de gran utilidad para diseñar nuevos sistemas de comunicación, que extiendan sus ondas por toda la Tierra.

En el *Telstar*, los amplificadores y trasmisores están alimentados por *baterías solares*, que absorben radiación del Sol y la trasforman en energía eléctrica. Cuando el satélite retrasmite una señal de televisión, gasta más energía que la suministrada por las baterías solares. Por ello, cuando no funciona, los circuitos trasmisor y amplificador se desconectan automáticamente, por medio de una señal de radio recibida desde la Tierra. La energía eléctrica de las baterías solares se almacena en baterías de níquel y cadmio.

El *Telstar* recibe el nombre de *satélite activo* porque amplifica la señal, en lugar de ser mero reflector. Los satélites del tipo *Echo* son pasivos, pues lo único que hacen es reflejar la señal. El globo metálico es, simplemente, un reflector de las ondas de radio. Se retrasmitieron imágenes de televisión a través

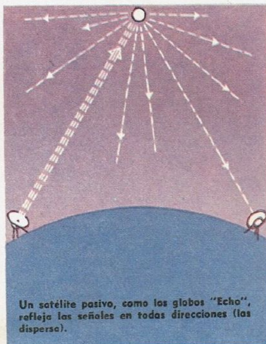


Conversaciones telefónicas, mensajes telegráficos y programas de televisión pueden extenderse a toda la Tierra por medio de los satélites de comunicación. El satélite obtiene su energía del Sol (captándola con las células solares) o de un isótopo radiactivo. Una antena recibe las señales, que luego se amplifican y se trasmiten desde la otra antena.

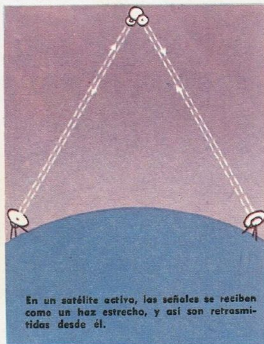
del *Echo,* pero no se han hecho planes para establecer una red de comunicaciones de este tipo en el espacio, pues no se los considera adecuados para retrasmitir un gran número de señales. Un globo de este tipo dispersa en todos los sentidos las señales que recibe, de modo que sólo una pequeña fracción de las ondas que a él llegan es desviada hacia la antena receptora. Las señales abandonan la antena de un satélite activo en forma de haz estrecho.

Eventualmente, los satélites de comunicación se ocuparán de un variado conjunto de señales telefónicas y telegráficas, y de canales de televisión. Los satélites activos pueden resolver los problemas planteados por la comunicación telefónica y telegráfica a larga distancia. A causa de la curvatura de la Tierra, es imposible que estas señales se reciban en línea recta en puntos muy distantes. Ciertos tipos de ondas de radio pueden pasar por encima de la curvatura de la Tierra y reflejarse en la ionosfera, una capa de la atmósfera con partículas cargadas. Pero no ocurre lo mismo con ondas de altísima frecuencia utilizadas en la televisión, ya que éstas la atraviesan. Incluso para las ondas de baja frecuencia, la ionosfera no es un buen reflector, pues la afectan las tormentas solares.

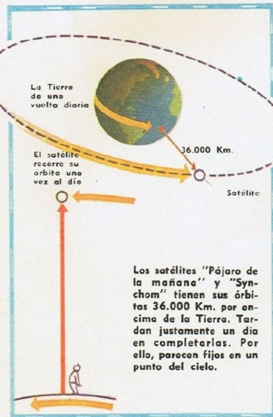
El *Telstar* está diseñado para recibir señales del orden de miles de millones de ciclos por segundo. A tan altas frecuencias, muchas distintas señales de radio, televisión, teléfono, etc. pueden recibirse al mismo tiempo. Cada señal se trasmite en una banda de radiofrecuencias.



Un satélite pasivo, como los globos "Echo", refleja las señales en todas direcciones (las dispersa).



En un satélite activo, las señales se reciben como un haz estrecho, y así son retrasmitidas desde él.



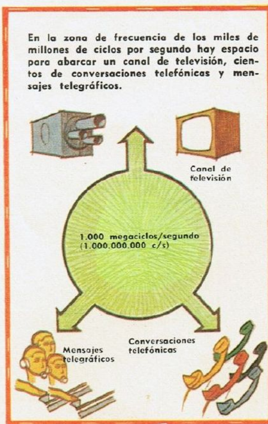
Los satélites "Pájaro de la mañana" y "Synchom" tienen sus órbitas 36.000 Km. por encima de la Tierra. Tardan justamente un día en completarlas. Por ello, parecen fijos en un punto del cielo.

Cuando se trata de frecuencias del orden de miles de millones de ciclos por segundo, hay muchas más bandas disponibles que con frecuencias más bajas. ¿Cuántos satélites son necesarios para establecer un sistema que pueda cubrir el mundo? Parece que el número adecuado oscila entre tres y cien. Como resulta costoso construir y poner en órbita los satélites, el problema se plantea en términos de proyectar un sistema que abarque el mundo con el menor número de satélites. Cien son los satélites que deben disponerse, si se quiere que estén distribuidos al azar alrededor de la Tierra. Distribuidos en órbitas regulares, son necesarios muchos menos.

Las órbitas propuestas son circulares y elípticas, alrededor del ecuador y en los planos polares, además de otras que formen ángulo con aquél. En sus puntos más cercanos, los satélites distarían unos 1.500 Km. de la Tierra, y en los más alejados, unos 19.000 Km. El *Telstar* gira en órbitas comprendidas en una zona entre 950 y 5.500 Km. La mayoría de los centros de comunicación está en los más bajos puntos de latitud (cercanos al ecuador); por esto, son preferibles las órbitas sobre el ecuador. Utilizando el satélite *Pájaro de la mañana (madrugador),* se necesitarían menos unidades para instalar un sistema de comunicaciones que abarcara toda la Tierra. Tres satélites de este tipo serían suficientes, y cada uno describiría una órbita circular en el plano del ecuador, a la distancia de 36.000 Km., en la que el período del satélite sería, exactamente, de 24 horas. Puesto que tendría el mismo período que la Tierra, para un observador, el satélite parecería fijo en el cielo.

Hay un inconveniente con este sistema. Las señales se desplazan con la velocidad de la luz, pero, aun así, tardan un tercio de segundo en recorrer la distancia que las separa del satélite y volver. Esto no sería un inconveniente en lo que se refiere a las señales telegráficas y de televisión, pues no importa que el mensaje llegue un tercio de segundo después; pero sería un entorpecimiento en lo que respecta a las conversaciones telefónicas.

En órbitas más elevadas, un satélite puede cubrir una mayor parte de la Tierra. También se reduce el peligro de que la radiación dañe baterías, diodos o transistores. En las órbitas altas, evita la acción de los peligrosos cinturones de radiación de Van Allen.



En la zona de frecuencia de los miles de millones de ciclos por segundo hay espacio para abarcar un canal de televisión, cientos de conversaciones telefónicas y mensajes telegráficos.

CORRIENTE ALTERNA

La corriente alterna, ¿es tan rentable como la continua? ¿Poseen ambas el mismo poder calorífico? Una corriente continua permanece siempre en un valor fijo determinado, mientras que una alterna crece hasta un valor máximo, desciende a cero y repite el proceso en la dirección opuesta. Es evidente que hay más electricidad en la corriente continua si se mantiene a un valor como el máximo de la alterna.

Esto se tiene en cuenta cuando los dos tipos de corriente se comparan para averiguar si ambas son igualmente convenientes para la calefacción. Por ejemplo, en Inglaterra, la red proporciona 240 voltios en corriente alterna; 240 voltios son una estimación baja de la tensión, que alcanza hasta 340 voltios en el máximo de la onda. Pero 240 voltios son el valor *efectivo (eficaz)* del suministro de corriente. La corriente continua daría el mismo poder calorífico que una corriente alterna de 340 voltios.

El valor efectivo de una corriente alterna se llama *raíz cuadrática media*, y se calcula dividiendo el valor máximo por la raíz cuadrada de dos.

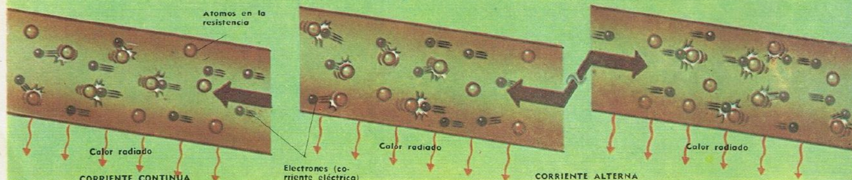
Una raíz cuadrática media es una forma complicada de obtener un valor medio. La simple media aritmética de uno, dos, tres y cuatro es dos y medio. Es la suma de ellos (diez), dividida por el número de sumandos (cuatro). Sin embargo, es absurdo hallar el simple valor medio de la corriente suministrada por la red, pues unas veces va en un sentido, y otras en otro. Es usual considerar la corriente que va en un sentido como positiva y la que va en el contrario, como negativa, de modo que la corriente media, en un ciclo, sería cero. La corriente positiva es exactamente igual a la negativa. No hay paso *neto* de corriente.



Una corriente continua de 240 voltios producirá el mismo efecto calorífico que una corriente alterna de la misma tensión. Esto ocurre porque, al calcular esta tensión, se ha tenido en cuenta la naturaleza oscilante de la corriente alterna. 240 voltios son, aproximadamente, sólo los siete décimos del máximo valor de la tensión alterna. Es la raíz cuadrática media de ésta.

No tiene sentido pensar que el *efecto neto* de la corriente es también cero. Un calentador eléctrico enchufado a una red de corriente alterna calienta cuando la electricidad fluye en un sentido y luego en el otro. El efecto calorífico depende del cuadrado de la corriente —la corriente multiplicada por sí misma, que se escribe (corriente) ^{2}—. De cualquier signo que sea la corriente, el *cuadrado es siempre positivo*. De forma que la corriente efectiva se basa siempre en el cuadrado de la corriente. Éste nunca puede ser cero.

Para hallar la raíz cuadrática media se multiplica por sí mismo el valor de la corriente en cada instante. Una representación gráfica de la corriente en función del tiempo muestra la forma de *sinusoide* de ésta, ascendiendo y descendiendo. La representación gráfica de la corriente al cuadrado, (corriente) ^{2}, es también una curva ondulada, que tiene distinta forma y nunca cae por debajo del valor cero. El cuadrado de la corriente es siempre positivo y tiene un valor *cuadrático medio*. No conviene dejar este valor en forma de corriente al cuadrado; debido a ello,



Los electrones que constituyen la corriente eléctrica tienen dificultad para atravesar una resistencia eléctrica (como la de un calentador). Como consecuencia de los choques con los átomos de la resistencia, pierden parte de su energía. La energía se irradia del hilo en forma de calor. El efecto calorífico es proporcional a la resistencia. No tiene nada que ver el hecho de que la corriente sea alterna o continua (diagramas a la derecha y a la izquierda, respectivamente); la corriente de electrones encuentra siempre resistencia y, por tanto, hay efecto calorífico. La corriente alterna tiene exactamente el mismo efecto que la corriente continua de la misma tensión.

se extrae la raíz cuadrada. Por esto, la corriente efectiva se llama *raíz cuadrática media*.

A primera vista, parece necesario un gran dominio de las matemáticas para deducir la relación entre el valor máximo de la corriente y la raíz cuadrática media. La forma de la representación gráfica de la corriente elevada al cuadrado es una curva que cambia en forma continua. Sería mucho más conveniente que el valor cuadrático medio fuera exactamente la mitad del máximo de la corriente elevada al cuadrado. Y, sorprendentemente, resulta esto.

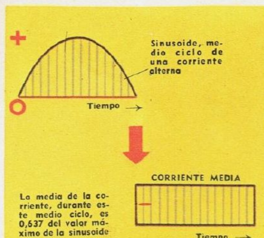
Si se sombrea el área comprendida bajo la curva de la corriente al cuadrado, puede verse que la parte no sombreada, comprendida entre los trozos sombreados, es exactamente igual en contorno y área. Las partes sombreadas ocupan la mitad del área comprendida entre la línea trazada por la parte superior de los picos de la curva de cuadrados. De forma que la media de la corriente al cuadrado es la mitad del valor máximo.

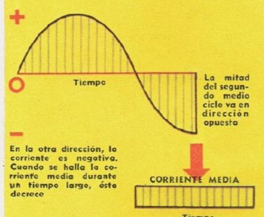
$$\text{Media de la corriente al cuadrado} = \frac{(\text{Máximo de corriente})^2}{2}$$

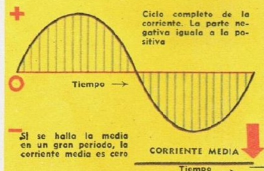
La raíz cuadrática media se halla calculando las raíces cuadradas de los dos miembros de esta ecuación.

$$\text{Raíz cuadrática media de la corriente} = \frac{\text{Máximo de corriente}}{\sqrt{2}}$$

La raíz cuadrada de dos = 1,414. El máximo de corriente, dividido por 1,414, es lo mismo que la corriente máxima multiplicada por 0,707.



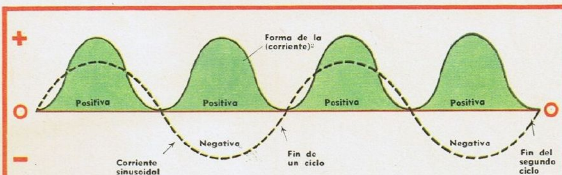




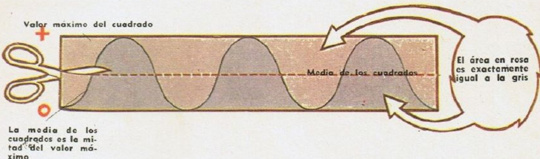
Una forma de hallar una corriente media. Se suma la corriente total durante medio ciclo, y se averigua su media con relación al tiempo. Cuando el ciclo comienza su parte negativa, la media decrece. Se hace cero cuando completa el ciclo, de forma que, en un largo período, la corriente media (tensión) tiende a cero.

MEDIAS Y MEDIAS CUADRÁTICAS

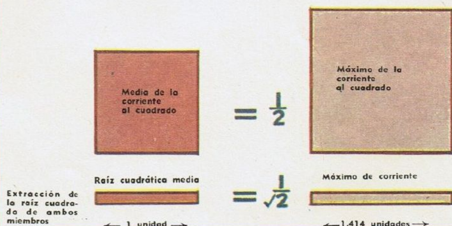
La media aritmética de uno, dos, tres y cuatro es 2,5. La raíz cuadrática media de estos números es la raíz cuadrada de la media de la suma de los cuadrados, lo que da un valor de 2,74. Los cuadrados son: uno, cuatro, nueve y dieciséis; total, 30. La media de ellos es: 30 dividido por cuatro (cuatro es el número de factores), o sea, 7,5. Por tanto, en este ejemplo, la raíz cuadrática es ligeramente mayor que la media aritmética.



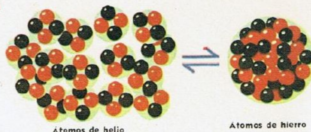
La corriente alterna tiene una forma sinusoidal. Se hace positiva y negativa con el tiempo. La (corriente)² es una (sinusoide)², y nunca se hace negativa.



¿Qué es una corriente cuadrática media? El efecto calorífico depende del cuadrado de la corriente, de forma que la media de la corriente al cuadrado es el valor necesario para calcular la corriente efectiva. La curva de arriba es simétrica. Su valor medio resulta exactamente la mitad de su valor máximo.



LAS SUPERNOVAS Y EL ORIGEN DEL HIERRO



Dos elementos estables, el helio y el hierro, desempeñan un papel importante en las supernovas.

Todas las estrellas obtienen de las reacciones "termonucleares" la energía necesaria para la emisión de la luz y del calor. El hidrógeno, el elemento más simple y ligero, es el material de partida. A temperaturas excesivamente altas (más de un millón de grados centígrados), los núcleos de hidrógeno pueden unirse para formar núcleos más pesados. Gradualmente, se van uniendo más núcleos de hidrógeno (y núcleos más pesados), para formar otros cada vez más complejos.

Pero el proceso libera más energía de la que consume. El hidrógeno puede considerarse, entonces, como un "combustible" que produce energía en la estrella.

La composición química de las estrellas, como la del Sol, puede averiguarse examinando con un espectroscopio la luz que emiten. Cuando la luz del Sol se descompone en su espectro con un prisma sencillo, aparece como una banda continua con los colores del arco iris. Si se examina más detenidamente con un espectroscopio, se observa que el espectro está cruzado por líneas oscuras —*líneas de Fraunhofer*—, que indican las longitudes de ondas que han sido absorbidas por átomos en las capas externas, más frías, de la cromosfera solar. Algunos elementos absorben determinadas longitudes de onda; por tanto, es posible identificar los elementos presentes en la cromosfera emisora de la luz.

Las intensidades medias de las líneas luminosas y oscuras indican la relativa abundancia de los elementos en la cromosfera. Nadie ha podido investigar qué ocurre en las capas más internas del Sol; los cálculos muestran que, si la composición química es uniforme a todas las capas del Sol, su masa estará formada por un 73 % de hidrógeno y un 25 % de helio. El hidrógeno y el helio son los dos elementos más ligeros. El resto de los elementos, todos reunidos, forma el 2 % de la masa del Sol.

Sólo un átomo de cada 50.000 pertenece al elemento hierro. Pero incluso la presencia de una pequeña cantidad resulta difícil de explicar. Se cree que el hierro sólo puede formarse durante una *supernova* (una explosión en una estrella). Las supernovas de nuestra propia galaxia son acontecimientos brillantes, fácilmente observables. Los registros muestran que ocurrieron dos supernovas en los últimos mil años. A razón de una por 500 años, cada supernova debería haber creado una enorme cantidad de hierro en la galaxia. Un cálculo aproximado indica que cada una debería haber producido una cantidad de hierro igual a cinco veces la masa del Sol. Esto es muy improbable.

Se piensa que la mayor parte del hierro es una herencia de las supernovas producidas en anteriores generaciones de estrellas y de galaxias. Empezaron teniendo únicamente hidrógeno como elemento constitutivo. Gradualmente, como resultado de reacciones termonucleares, en las estrellas fueron apareciendo elementos cada vez más pesados, a partir de los protones y de los electrones del hidrógeno.

En algunas de las estrellas mayores, las reacciones se aceleraron anormalmente, produciéndose una cantidad demasiado grande de calor en muy poco tiempo. El hierro, que es un elemento muy estable, pudo formarse entonces. Luego, bruscamente, las condiciones favorecieron la ruptura del núcleo del hierro para formar el siguiente elemento más estable, el helio. Se necesita gran cantidad de energía para romper el hierro. La estrella sufre un colapso al proporcionarla a partir de su reserva de energía potencial de gravitación. Se hace muy inestable y estalla, mientras que el helio se vuelve a convertir en hierro.

Más del 90 % de la masa de la estrella se proyecta en el espacio, suministrando el material para una nueva generación de estrellas. Nuestro propio Sol es un miembro de esta nueva generación de estrellas jóvenes. Por tanto, en el momento de fabricar su propia reserva de elementos más pesados, sólo tuvo que empezar del hidrógeno.

No existen medios para comprobar cuántas supernovas productoras de hierro tuvieron lugar en los miles de millones de años que duró la formación del Sol (el universo, en su conjunto, tiene, por lo menos, 10.000 millones de años; el Sol cuenta unos 5.000 millones de años). Los restos de estas explosiones estelares, insignificantes estrellas blancas enanas, han desaparecido.

El hierro producido por una supernova (izquierda) es proyectado en el espacio y se trasforma en estrellas más jóvenes (derecha).



PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN

Muchos reactores nucleares parecen poseer grandes dimensiones si se miran desde el exterior, aunque el espacio ocupado por el reactor propiamente dicho es relativamente pequeño. Alrededor del reactor se colocan bloques de plomo y se construyen paredes de hormigón, para proteger a los obreros de las peligrosas radiaciones del interior. La capa de hormigón tiene un espesor de un metro. El mejor método para proteger contra radiaciones más penetrantes es colocar una buena capa de material denso alrededor de la fuente de radiación.

La pared de hormigón y de plomo absorbe gran parte de los rayos gamma, que son la radiación más penetrante y peligrosa. La energía de los rayos gamma es absorbida por los átomos del plomo y del hormigón. Cuantos más átomos haya, mayor será la posibilidad de que un rayo gamma quede neutralizado antes de alcanzar la superficie exterior de la pared.

Los rayos gamma son un tipo de *radiación electromagnética*, siendo similares a los rayos de la luz visible, pero con un contenido energético mayor, que los hace más penetrantes. Otros tipos de radiación son las *partículas*.

Las *partículas alfa*, núcleos de átomos de helio, presentan pocos problemas de protección. En la atmósfera tienen una trayectoria de pocos centímetros, antes de perder su energía por colisión con las partículas del aire. Una hoja de papel puede detener las partículas alfa.

Las *partículas beta* son más pequeñas. Llevan una unidad de carga eléctrica negativa y pueden alcanzar mayores distancias que las anteriores. Una capa de plástico sirve de aislante de las partículas beta de baja energía. El espesor del plástico necesario para detenerlas depende de la energía de las partículas beta. Se requiere más espesor para detener las partículas más rápidas, que poseen una energía mayor.

Cuando las partículas beta se detienen en la materia, parte de su energía se emite en forma de radiación electromagnética, llamada *radiación de enfrentamiento (Bremstralung)*. Su energía puede variar entre límites muy amplios, desde prácticamente ninguna hasta la máxima de las partículas beta que originaron la radiación. Esta radiación es más penetrante que la de origen, factor que se debe tener en cuenta cuando la cantidad de partículas beta con la que se opera es grande. Los elementos pesados emiten más radiación de enfrentamiento que los ligeros; por ello se utilizan los materiales de plástico para la protección contra partículas beta.

Los neutrones son muy penetrantes y es difícil detenerlos. No interaccionan con la materia, porque no poseen carga eléctrica. Pero ciertos elementos, especialmente el boro y el cadmio, absorben neutrones fácilmente. Donde se supone que hay una fuga de neutrones, se coloca, como protección, una fina capa de boro o de cadmio.

Una lámina gruesa de metal pesado puede ser una buena protección, pero es perjudicial cuando tiene que efectuarse un experimento en la zona protegida. Unos pocos centímetros de cristal trasparente de plomo son suficientes, en general, para absorber las más peligrosas radiaciones. El vidrio de plomo es más pesado que el usual. Debe ser *estabilizado*, es decir, sometido a un tratamiento especial, para que no resulte oscurecido por la radiación gamma.

Una solución de bromuro de cinc se usa en los visores instalados en las paredes de hormigón. Este líquido pardo es más trasparente que el vidrio para la luz visible, pero absorbe la radiación gamma.

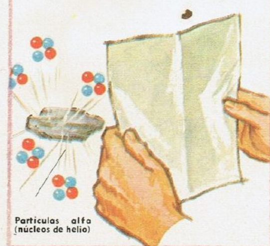
Los rayos gamma son absorbidos por capas gruesas de material denso. No hay una explicación sencilla para este fenómeno de absorción. Se trata de una combinación de tres procesos:

1) COLISIÓN CON ELECTRONES SUELTOS. La radiación gama choca con un electrón libre en el material absorbente. La radiación se comporta casi como una partícula sólida, rebotando en el electrón. El resultado es que el rayo gamma pierde energía. El electrón toma parte de la energía del rayo gamma.

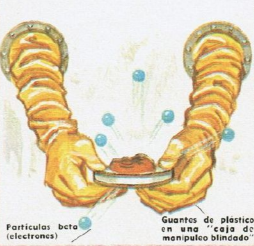
2) COLISIONES CON ELECTRONES UNIDOS. El rayo gamma choca con un electrón unido a un átomo por fuerzas electrostáticas. El rayo gamma es absorbido completamente, y el electrón salta del átomo. Este es el bien conocido "efecto fotoeléctrico".

3) PRODUCCIÓN DE NUEVAS PARTÍCULAS. A veces, los rayos gamma de alta energía pueden convertirse en un par de partículas: un electrón positivo y un electrón negativo. Los electrones son absorbidos por el material de protección.

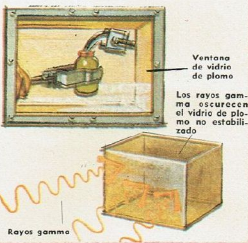
Las partículas alfa tienen alcances muy cortos. Una hoja de papel las detiene.



Los materiales ligeros, como el plástico, detienen mejor las partículas beta.



El pesado vidrio de plomo absorbe la radiación gamma. El vidrio debe estar estabilizado, de forma que la radiación no lo oscurezca.



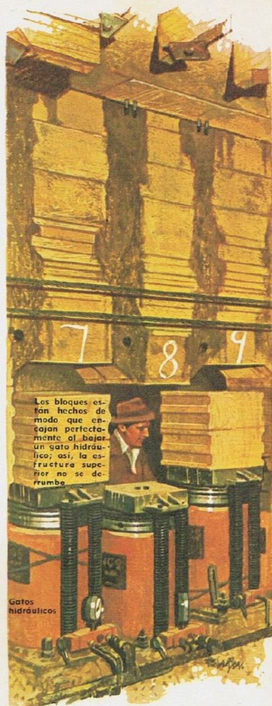
CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

En los últimos doscientos años han ocurrido grandes cambios en los métodos de producción. El hombre, al utilizar máquinas e instalar cadenas de fabricación (producción en serie), ha conseguido elaborar mucha más cantidad en menor tiempo. Los tradicionales métodos de artesanía eran lentos, y la mecanización los ha sustituido en la mayor parte de las industrias. Sin embargo, la industria de la construcción tardó en mecanizarse. Casi todos los edificios siguen levantándose del mismo modo, mediante el procedimiento tradicional de colocar ladrillos, pizarras, etc., como hace siglos. Actualmente, se emplean muchas máquinas en la construcción, que permiten levantar un número de edificios mucho mayor en menos tiempo, lo que significa una gran economía.

Hay muchos métodos para construir en serie y cada uno tiene sus ventajas. El principio consiste en levantar el edificio a partir de unas unidades tipo, que se fabrican en el sitio mismo o bien se traen desde la fábrica. Este sistema de construcción es útil tanto para edificar viviendas aisladas como grandes bloques, y de su aplicación no resultan necesariamente antiestéticas viviendas estereotipadas. En realidad, utilizando las mismas partes prefabricadas se consigue una gran variedad de formas agradables y de revestimientos externos para las paredes. Otro aspecto de la industrialización de las construcciones es que algunos arquitectos están tipificando las medidas de las habitaciones, de modo que sus tamaños sean siempre múltiplos de una longitud fijada (generalmente 10 cm. o 4 pulgadas). Este sistema recibe el nombre de *modular*; aplicándolo, los fabricantes producirán, a un costo menor, elementos de tamaño tipo, como piletas de lavar, ventanas y puertas.

MÉTODO DE LOS PANELES

El hecho de más importancia, en relación con este sistema de construcción, es la rapidez. Un bloque de casas de diez pisos puede completarse en 4 meses. El procedimiento utilizado para levantar el bloque de casas depende del tamaño del conjunto. Para un total relativamente pequeño de viviendas, no más de unas 150, la compañía constructora puede instalar una fábrica en aquel lugar, y las paredes y los pisos, llamados *paneles*, se moldean en posición horizontal o vertical. El hormigón es el material que se utiliza y que, probablemente, no será sustituido en un



Método "Jackblock" en funcionamiento. Se coloca un bloque de hormigón en el hueco que queda libre al bajar uno de los gatos hidráulicos. Después, el edificio se elevará por presión hidráulica, colocándose otra serie de bloques, uno a uno.

Las paredes internas fraguan en el espacio libre entre los moldes de acero

Un emparrillado en el techo refuerza los pisos

Barras verticales, para reforzar las paredes

Molde de acero

Encofrado de madera, sobre una plataforma que completa los moldes en los que se fraguan las paredes

EL SISTEMA "SECTRA"

Un método para acelerar la construcción consiste en unir partes prefabricadas en el lugar que deberán ocupar en el edificio. Otro procedimiento se basa en acelerar, calentándolo, el endurecimiento del hormigón moldeado que se encuentra ya puesto en el edificio. El sistema "Sectra", en vez de utilizar un encofrado de madera ordinario, emplea moldes de acero con una forma similar a la de tres lados de un rectángulo, que después se calientan con agua. Los moldes de cada piso se encuentran colocados en filas, con espacios entre ellos para los muros internos. Encima de los moldes se pone una malla como refuerzo, y se vierte hormigón, de modo que rellene los espacios entre los moldes (formando así las paredes internas); el techo se hace al cubrir el refuerzo que se encuentra en la parte superior. Luego se bombea agua caliente a través de los moldes. El hormigón se endurece y, a las trece horas, se retiran los moldes. El sistema "Sectra" puede utilizarse para construir edificios que tengan una estructura totalmente regular (como un cajón).

Normalmente, se moldea el lado izquierdo de un piso, y luego el lado derecho; el moldeado del nuevo piso se empieza en la parte superior del lado izquierdo. Con este sistema, se puede levantar la estructura de un bloque de 15 pisos en 30 días de trabajo.

EL MÉTODO "JACKBLOCK"

Los edificios que se construyen alrededor de un cilindro hueco sólido (que contiene los ascensores y las escaleras), y cuyos pisos forman voladizo (es decir, están sujetos a un extremo, de modo que sobresalen como un balcón), pueden levantarse con gran facilidad por el sistema "Jackblock". Es también de utilidad para montar las vigas ordinarias y una estructura soportada por columnas. Mediante este sistema, para construir una estructura en voladizo, todo el edificio se prepara a un nivel inferior, y luego se levanta completo con una serie de gatos hidráulicos colocados debajo del cilindro central. Cada piso se construye y se eleva en un lapso de dos semanas, aproximadamente.

Las ventajas del método "Jackblock" consisten en que todo el trabajo se completa, cerca del suelo, en una "fábrica" productora; no se necesitan grúas ni andamios, y no se pierde tiempo en llevar hombres y material desde abajo hasta la altura total del edificio.

El primer paso consiste en asentar los cimientos. Los gatos hidráulicos se colocan sobre ellos, y el lecho de moldeo, para las losas del pavimento, se eleva por encima. Se vierte hormigón, para construir el techo en estos moldes. En cuanto se ha solidificado el hormigón, empiezan a funcionar los gatos.

El sistema se basa en hacer bajar el gato que se encuentra en el centro una altura igual al espesor del bloque de hormigón, colocando otro bloque en su lugar. En cuanto se ha hecho esto con todos los gatos, el edificio entero se eleva por presión hidráulica.

Elevadas las losas del techo hasta el nivel necesario por encima del molde, se vierte hormigón en éste, para formar el suelo del piso superior. Cuando se ha endurecido, es empujado, a su vez, hacia arriba. El proceso se repite piso por piso, alzándolo hasta que, al final, se moldea la losa inferior, en la parte baja del edificio.

Cada gato tiene una capacidad de empuje de 220 toneladas y, cuando se eleva el centro, lo hace a razón de un centímetro por minuto. Las elevaciones se llevan a cabo en semanas alternas, y durante la semana intermedia se va moldeando el piso de la etapa inferior.

Una vez que se han moldeado los pisos, se elevan a través de una "fábrica" de cuatro plantas. La construcción va hacia arriba, siguiendo niveles de trabajo prefijados, como en el proceso de ensamblaje vertical. Losas premoldeadas para el suelo se llevan al primer piso; paredes externas y tabiques se fijan en el segundo; cuartos de baño, cocinas y puertas en el tercero.

Este método es conveniente en las zonas mineras y en lugares donde son frecuentes los terremotos, porque resulta difícil establecer cimientos en ellos. Si el edificio se inclina al cabo de algunos años, se colocan los gatos debajo del cilindro central, separando un bloque tras otro, y se vuelven a colocar en posición vertical.

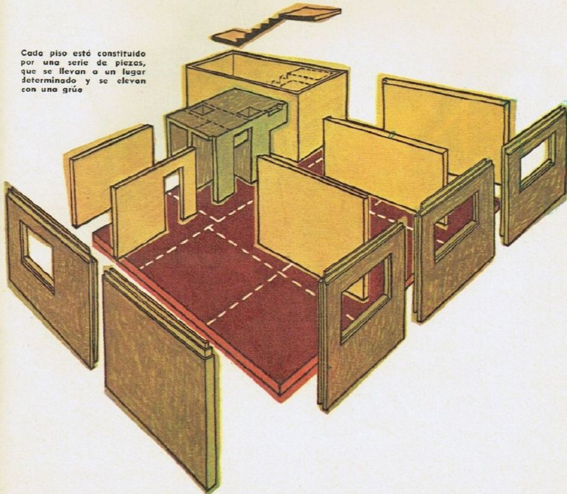
Sistema de paneles para construir. Se levantan rápidamente bloques enteros de pisos, a partir de componentes (paneles) prefabricados. Los elementos, calculados con precisión, se colocan en sus lugares con ayuda de grúas, y la casa va elevándose sin interrupciones. Los plomeros, albañiles, pintores y electricistas siguen muy de cerca a los que levantan la casa. Ya están hechos los orificios para las tuberías y los cables eléctricos, porque se moldean en los paneles durante su fabricación.

futuro próximo, ya que tiene una conductividad térmica relativamente baja y la suficiente densidad para ser un buen aislante del sonido. En algunos edificios, el peso de la estructura está soportado por las paredes internas. En otro tipo de edificios construidos mediante este procedimiento, las paredes externas soportan el peso.

Generalmente, todos los paneles que forman un piso se moldean y luego se dejan endurecer durante una semana, mientras se acaba el piso que empezó a erigirse previamente; después se unen los paneles con cemento en las juntas y se coloca la cobertura del piso. Los moldes para hacer los paneles se encuentran situados alrededor del edificio. En el centro hay una grúa adecuada, colocada de modo que puede alcanzar con facilidad cualquier molde o sección del edificio.

Después de colocar todos los paneles que van a formar las paredes y los pisos de una planta del edificio, la grúa pone en él un cajón, que contiene todos los accesorios del mismo —como pueden ser radiadores, etc.—, antes de colocar el piso de la próxima etapa. Las superficies de los paneles de hormigón son muy lisas y, si se utilizan para hacer paredes externas, suelen tener un motivo decorativo moldeado, de modo que no necesitan pintura. Durante el proceso de fabricación, se practican aberturas para colocar los cables eléctricos y las tuberías.

El método de los paneles, aunque está muy difundido, puede representar sólo una fase en la evolución de la industria de la construcción. En el futuro, es probable que toda una vivienda individual, con su cuarto de baño, sus habitaciones, sus escaleras, etc., totalizando un peso de 20 toneladas, sea llevada en un camión hasta el sitio de su emplazamiento, para montarla con una grúa gigante. Este método ya se ha practicado y, actualmente, se encuentra en desarrollo.



Cada piso está constituido por una serie de piezas, que se llevan a un lugar determinado y se elevan con una grúa

PLANIFICACIÓN POR CALCULADORAS

En algunos aspectos, un problema de arquitectura es un problema de matemáticas, que puede resolverse con una calculadora. Se proyecta colocar seis plantas de habitaciones (con ascensores, cocinas, servicios, etc.) en un bloque para hospital, de modo que el trayecto de unas habitaciones a otras sea mínimo. Si no utiliza una calculadora, el arquitecto sólo acertará por casualidad con la solución perfecta de este problema, ya que se trata, esencialmente, de un problema matemático de "programación lineal". Si se usa una calculadora para averiguar la solución, el número de actividades entre las habitaciones (por ejemplo, llevar los alimentos desde las cocinas hasta los servicios) y el volumen de estas actividades se registra en la calculadora. El máximo número de actividades que intervienen en este tipo de problema suele ser siete. Con un número mayor, el problema es demasiado complejo. La calculadora indica muy rápidamente cuál es la longitud que hay que recorrer para cada solución, y elige, por fin, la distribución óptima, de modo que el trayecto entre las habitaciones sea el más corto. Las calculadoras pueden resolver problemas semejantes, como el de diseñar un panel de control de gran tamaño de forma que el movimiento de las manos del operador sea mínimo posible.



Eduardo Jenner, uno de los más grandes benefactores de la humanidad. Gracias a su trabajo, se venció la viruela y se abrió el camino para la prevención de muchas otras enfermedades.

EDUARDO JENNER

Cuando murió, en 1823, Eduardo Jenner era una figura conocida internacionalmente. Los gobiernos de Gran Bretaña y de la India le habían concedido privilegios, en recompensa por sus trabajos; la Universidad de Oxford le había nombrado Doctor "honoris causa", y su nombre era conocido en Europa, América y Asia. Sin embargo, durante gran parte de su vida, Jenner había trabajado y vivido en el anónimo.

El condado natal de Jenner era Gloucester. Nació en el pueblo de Berkeley, el 17 de mayo de 1749, y era hijo de un pastor del distrito. Cuando hizo sus primeros estudios, en Woottonunder - Edge y en Cirencester, demostró un gran interés por las ciencias naturales, principalmente por la geología y la ornitología. Evidenció ya un espíritu curioso y dotes de observación que habían de serle muy útiles.

Jenner se decidió por la carrera de la medicina, y empezó como aprendiz de un cirujano en Sodbury, cerca de Bristol. Tres años después se desplazó a Londres, donde su nuevo maestro fue el famoso cirujano del siglo XVIII, John Hunter. Éste era una gran figura, y animó a Jenner tanto en sus estudios de medicina como en los de ciencias naturales. Las costumbres del cuco o cuclillo, la hibernación de los animales y la historia de la vida de las anguilas fueron sólo algunos de los temas sobre los que investigaron ambos científicos.

Una de las cuestiones que preocuparon primero a Jenner, desde que era todavía aprendiz en Sodbury, fue la manera de evitar las erupciones de la viruela. Ésta era todavía, en el siglo XVIII, uno de los peores azotes de la humanidad. Epidemias periódicas eran causa de la muerte de miles de personas. En el condado de Gloucester había una tradición según la cual las personas que habían sufrido de la viruela de origen animal —una enfermedad leve y sin peligro— no contraían la fatal viruela. Abundaban los casos que apoyaban este aserto, y Jenner los estudió. Aunque estimable músico y poeta, y muy apreciado en sociedad, a Jenner no le gustaba la vida ciudadana. En 1773 regresó a Berkeley para practicar la medicina. Animado por Hunter, volvió a interesarse por los problemas de la viruela y de la viruela leve, y, en 1775, empezó a documentarse sobre todos los casos que encontró. Desgraciadamente, en aquel momento los casos de viruela leve eran muy raros en el condado de Gloucester, y el trabajo teórico de Jenner no podía apoyarse sobre observaciones o experimentos tan limitados.

La viruela leve reapareció en 1796, y Jenner actuó rápidamente. Tomo la supuración de una llaga producida por la misma en una vaca lechera de la región y la inyectó en el torrente sanguíneo de un niño de 8 años, llamado James Phipps. Dos meses después, Jenner efectuó el experimento crucial. Inyectó viruela virulenta al muchacho. Éste no contrajo la enfermedad. La experiencia se repitió —con éxito otra vez— y, en 1798, Jenner escribió una comunicación memorable sobre este tema.

Inyecciones peligrosas se habían utilizado ya en algunas ocasiones, pero el cuidadoso trabajo de Jenner dio a la inoculación contra la viruela una base científica sólida. Se había alcanzado una fase en la que era posible iniciar una lucha sin tregua contra aquélla. La confianza inmediata de Jenner no tuvo en cuenta las críticas infundadas y la fuerte resistencia que parece acompañar siempre a las nuevas ideas. Doctores eminentes, pero sin ningún conocimiento de la materia, pusieron objeciones. Pero al fin triunfaron la confianza y la tenacidad de Jenner. Al volver a Londres, preparó su propio material e inoculó gratuitamente a miles de personas pobres. De inmediato, se observaron descensos significativos en la mortalidad debida a la viruela. La opinión se hizo favorable a Jenner y, en 1802, recibió el primero de sus premios del gobierno británico. Al año siguiente se fundó la *Jennerian Society*, para promover la inoculación de vacuna en gran escala contra la viruela. La sociedad floreció hasta 1808, en que se instituyó el *Establecimiento Nacional* para la vacuna.

Rápidamente, Jenner se convirtió en un hombre célebre en el mundo entero. Los honores llovieron sobre él. Pero, con su desdén característico para con la fama y la fortuna, volvió a su humilde puesto de médico rural en Berkeley.

Jenner tuvo la satisfacción de presenciar la victoria sobre la viruela. Pero el valor de su trabajo no quedó agotado, porque el principio de su tratamiento se aplicó para conseguir la inmunidad frente a otras terribles enfermedades.

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

EL PROBLEMA HUMANO EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Los trabajos que exigen iniciativa mental son propios del hombre, y no pueden ser desempeñados por máquinas. A medida que una tarea exige mayor iniciativa e información, se necesitan hombres más seleccionados por la aptitud mental y por la formación profesional. Como la investigación científica se ocupa de hacer avanzar, en un campo u otro, el conocimiento sumado por toda la experiencia humana (hay que conocer esta experiencia y, apoyados en ella, sobrepasar en un punto el frente general), constituye, por tanto, un trabajo que exige considerable aptitud e información.

Por ello, cuando se pretende organizar un núcleo de investigación, una garantía importante de su éxito radica en la elección y formación de personas que cubran la labor a realizar. Pero esta labor de investigación no puede realizarse individualmente, salvo raras excepciones, sino que exige la cooperación de diversas personas, desde distintos niveles profesionales. Las personas capacitadas no deben malgastar su tiempo ni distraerse en tareas subalternas. Por consiguiente, exige una división racional del trabajo (como toda labor de algún empeño); a la inversa, ello obliga a elegir y formar personas de diferente preparación y entrenamiento. El máximo rendimiento se conseguirá, pues, cuando cada persona trabaje dentro de tareas cuyo nivel corresponda a su aptitud y formación. Esto, que parece tan obvio, en la práctica se infringe con frecuencia. Así, muchas veces, personas con aptitud y formación para trabajar en una tarea elevada realizan un trabajo inferior, unas veces por comodidad, ya que una labor inferior exige menos esfuerzo mental, y otras por falta de personal auxiliar apto y entrenado. En un núcleo de investigación hay que distinguir, ante todo, la selección y formación de los investigadores (es decir, de las personas que han de poner en juego continuamente la iniciativa de pensamiento) y del personal auxiliar, encargado de realizar, con el necesario conocimiento de causa y seguridad, tareas prácticas y rutinarias proyectadas por los primeros.

Para formarse núcleos de investigación, tan necesarios para el progreso de las naciones, se necesitan personas con inclinación hacia los temas científicos, e instituciones que las acojan y faciliten los medios necesarios. En el mundo hispanoamericano, por no citar otras áreas étnicas y geográficas que nos afectan menos, la reducida tradición científica determina que escaseen dichas personas e instituciones, cuya confluencia es indispensable para que surjan núcleos de investigación. En pocas palabras, lo poco propicio del ambiente general dificulta el desarrollo de la investigación científica. Pero si lograra formarse el núcleo, es casi seguro que se pondrá a la altura de los más adelantados del mundo, porque la capacidad natural y la formación científica de nuestros graduados, licenciados y doctores es equiparable, sin duda, a la de los universitarios de los países más adelantados. Es más, la relativa abundancia de graduados, respecto a la industria existente, facilita la selección de personal más idóneo que el disponible en los países muy desarrollados, donde las empresas compiten por los técnicos y tienen que conformarse, a veces, con lo que les llega.

Como se ha señalado anteriormente, la selección de investigadores es un importante paso previo para la formación de un núcleo de investigación. Esta tarea resulta muy difícil, y el seleccionador que examina —que debe ser un investigador científico, especialmente dotado y preparado para ello— tiene que captar, en el número de pruebas necesarias, las cualidades que dan un índice de aptitud para la investigación, teniendo en cuenta la importancia de cada una y la posibilidad de apreciarlas; entre estas cualidades deben destacarse: rigor en los conceptos, continuidad de pensamiento e iniciativa mental.

Igual cuidado debe prestarse a la selección del personal auxiliar, pues un grupo preparado de este personal multiplica la eficacia de los investigadores.

En los países hispanoamericanos, por el escaso acceso de gran parte de su población a la enseñanza profesional, existe gran número de personas con magníficas dotes naturales sin aprovechar. Hay que seleccionar a estas personas valiosas con las pruebas oportunas y, a continuación, mediante cursillos especialmente estudiados para cada actividad, formarlas básicamente en aquellas materias que serán operantes en el desempeño de la labor futura. Salvo en raros casos de una evidente y valiosa especialización, interesa más descubrir la capacidad potencial de la persona que sus conocimientos, pues, poseyendo la primera, los segundos se pueden conseguir con relativa facilidad y en un lapso no muy prolongado.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.

Por eso, esta ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA, que en un principio se había programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.

Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de TECNIRAMA, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la búsqueda y consulta de cualquier artículo.

MARES Y OCÉANOS

¿Podrían decirme la extensión superficial y profundidad media de los diversos mares y océanos? R. G. A.

Océano Atlántico. Su extensión es de unos 106 millones de kilómetros cuadrados. Las profundidades mayores corresponden al litoral americano, de 5.000 a 6.000 metros; el lado africano nunca pasa de los 5.000 metros; la mayor profundidad encontrada en este océano es de 8.525 m., a 150 Km. al norte de la costa de Puerto Rico. Al sur de Cuba y Jamaica hay una larga y estrecha fosa de bordes muy abruptos, que llega a los 6.000 metros.

Océano Glacial Ártico. La superficie de este océano es de 15 millones de Km². No es muy profundo.

Océano Glacial Antártico. Su extensión es relativamente pequeña, pues comprende la estrecha franja de mar que va desde el continente antártico al círculo polar correspondiente; por otra parte, como no se conoce con exactitud la extensión de la tierra firme del continente (casi todo cubierto por hielos perpetuos), es difícil averiguar la extensión real del océano Glacial Antártico. Su superficie es menor, desde luego, que la del océano Glacial Ártico. La profundidad puede oscilar entre 2.000 y 5.000 metros.

Océano Índico. Su extensión superficial es de 74.817.000 Km². Su profundidad media puede cifrarse en unos 4.000 metros, aunque posee fosas de 6.000 a 7.000 metros.

Océano Pacífico. Es el más extenso y profundo de todos los océanos. Su superficie es de 180 millones de Km². La profundidad máxima encontrada es de 10.432 metros, en un punto situado en el mar de la China, hacia la costa



CORREO DE LECTORES

occidental de la isla japonesa de Kiushiu, cerca de Nagasaki; al sur de la isla de Guam hay otra fosa de 9.636 m.; profundidades superiores a 8.000 m. se encuentran en las cercanías de las islas Aleutianas y entre las islas de Salomón y Nueva Guinea; también hay fosas de 7.000 m. al este de las islas Tonga, y en una faja paralela a los Andes, que se extiende a lo largo de las costas de Chile y del Perú.

Mar Mediterráneo. Su extensión es de 3 millones de Km^2. Su profundidad no es muy grande, aunque se han señalado cubetas de 3.000 a 4.000 metros; la mayor profundidad encontrada en este mar es de 4.400 metros.

Mar Báltico. Poco profundo; su extensión no supera el medio millón de Km^2.
Otros mares, como el **Rojo**, el **Negro** y el **Caspio**, tienen una extensión algo menor, entre 300.000 y 400.000 Km^2., y sus profundidades son relativamente pequeñas.

Y PARA CONCLUIR...

RESUMEN DE LAS LEYES FUNDAMENTALES DE FÍSICO-QUÍMICA

Ley de Boyle. "A una determinada temperatura, el volumen de un gas es inversamente proporcional a su presión".

Es decir, $v = K \frac{1}{P}$ (siendo **K** la constante de proporcionalidad)

Operando en la expresión anterior: $p \cdot v = K$

para otros valores sería: $p' \cdot v' = K$

luego

$$\boxed{p \cdot v = p' \cdot v'}$$

Ley de Gay-Lussac. "A presión constante, el volumen y la temperatura están relacionados por la expresión:

$$\boxed{v = v_0 (1 + \alpha \cdot t)}$$

siendo:
- v, el volumen final,
- v_0, el volumen inicial
- t, la temperatura
- α, el coeficiente de dilatación de los gases $= \frac{1}{273}$"

Análogamente, a volumen constante se verifica:

$$\boxed{P = P_0 (1 + \alpha \cdot t)}$$

Las expresiones anteriores se pueden poner en función de la temperatura absoluta, teniendo en cuenta que $T = 273 + t$, o lo que es lo mismo, $t = T - 273$; sustituyendo este valor en la primera fórmula se obtendría:

$$v = v_0 \left[1 + \frac{1}{273}(T - 273)\right] = v_0 \left(1 + \frac{T}{273} - 1\right) = v_0 \frac{T}{273}.$$

O sea, $\frac{v}{v_0} = \frac{T}{273}$, o lo que es igual $\boxed{\frac{v}{v_0} = \frac{T}{T_0}}$

Para la presión se cumple análogamente $\boxed{\frac{P}{P_0} = \frac{T}{T_0}}$

Ecuación de los gases perfectos. En esta ecuación se unen las leyes de Boyle y de Gay-Lussac. Para deducirla, supongamos que tenemos un gas en las condiciones iniciales de volumen, presión y temperatura siguientes: v_0, P_0, T_0 [1]

A volumen constante (v_0), variamos la presión y la temperatura, quedando: v_0, P, T_1 [2]

A temperatura constante (T_1), variamos ahora el volumen y la presión, quedando: V_1, P_1, T_1 [3]

Aplicando la ley de Gay-Lussac a los estados [1] y [2] se obtendría: $\frac{P}{P_0} = \frac{T_1}{T_0}$, o sea: $P = P_0 \frac{T_1}{T_0}$ [a]

Aplicando la ley de Boyle a los estados [2] y [3], se obtendría: $p \cdot v_0 = p_1 \cdot v_1$, o sea: $p = p_1 \frac{v_1}{v_0}$ [b]

Igualando las expresiones [a] y [b]:

$p_0 \frac{T_1}{T_0} = p_1 \frac{v_1}{v_0}$, operando

$$\boxed{\frac{p_0 v_0}{T_1} = \frac{p_1 v_1}{T_0} = \text{Constante (R)}}$$

El valor de la constante se ha deducido, para un mol, de la siguiente ley: "Una molécula-gramo de cualquier gas, en condiciones normales (1 atmósfera = 760 mm. de Hg. y 0°C = 273° T), ocupa un volumen de 22,4 litros", y vale:

$$R = 0{,}082 \frac{\text{atm. litro}}{\text{grado} \cdot \text{mol}} \quad \text{o} \quad R = 8{,}3 \cdot 10^7 \frac{\text{ergios}}{\text{grado} \cdot \text{mol}}$$

La ecuación de los gases perfectos se puede escribir también, para un mol, de la forma siguiente:

$$p \cdot v = R \cdot T$$

y para **n** moles: $\boxed{p \cdot v = n \cdot R \cdot T}$

Ley de la constancia de la materia (Lavoisier). "En una reacción química, la materia no se crea ni destruye."

Ley de las proporciones definidas (Proust). "Los compuestos químicos tienen una composición invariable."

Ley de las proporciones múltiples (Dalton). "Si dos o más elementos forman una serie de compuestos, los diferentes pesos de uno que se combinan con un peso determinado de otro se encuentran entre sí en la relación de los números enteros más pequeños."

Ley de las proporciones recíprocas (Richter). "Cantidades de sustancias que se combinan químicamente con una cantidad dada de otra tercera sustancia son químicamente equivalentes entre sí."

Ley de Avogadro. "Iguales volúmenes de cualquier gas, en las mismas condiciones, tienen iguales números de moléculas. En un mol (molécula-gramo) hay $6{,}064 \times 10^{23}$ moléculas."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

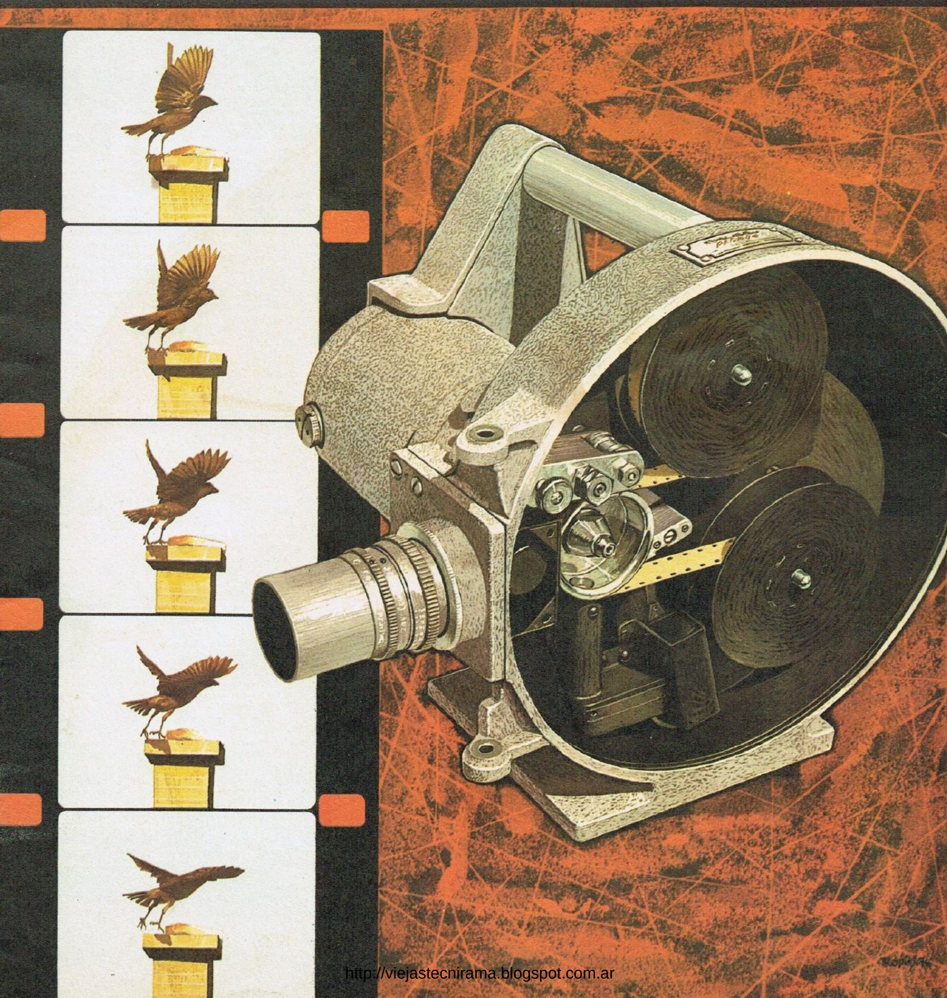
ARGENTINA,	Pesos	50.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

Aparece todas las semanas
* Distribución a partir del 7 de marzo de 1966.

Nº 126

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: A. KELLOCK (McGraw-Hill Text-Film Department), fotografías ultrarrápidas. E. S. GILREATH (Washington and Lee University), el flúor y los fluoruros. R. M. DE COURSEY (Univ. Connecticut), los huesos. F. H. PERRIN (Massachusetts Institute of Technology), combinaciones de lentes. R. M. PHELAN (Cornell University), juntas universales. F. CORDON (Instituto de Biología y Sueroterapia, Madrid), evolución convergente y paralela. R. B. MARTIN (Univ. Virginia), presión osmótica y peso molecular. J. M. STONE (Univ. California), criterio de Rayleigh. M. F. ROSSKOPF (Teachers College, Columbia University), función de trabajo. M. S FULLER (Brown University), los tricomas, pelos de las plantas. J. D. KRAUS (Ohio State University), antenas: resistencia de radiación. W. L. AYRES (Purdue University), razones y proporciones.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminados las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 126

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

FOTOGRAFÍAS ULTRARRÁPIDAS. — Se muestra una cámara "Fastax", que utiliza una película de movimiento continuo y un prisma giratorio para la descomposición de imágenes.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Progresos en la etiología del catarro. — Hasta ahora no se ha descubierto ningún antibiótico que sea verdaderamente eficaz contra los virus. Existen algunos que ejercen una mediana acción sobre ciertos virus grandes. Por ello, es falso afirmar que con la aparición de los antibióticos desaparecieron las enfermedades infecciosas; esto debe interpretarse como que se han eliminado, o reducido al mínimo, las enfermedades infecciosas de origen bacteriano, pero no las de naturaleza viriásica.

En la actualidad, el catarro común y la gripe o influenza tienen mucha más importancia que la pulmonía, porque esta última se vence rápidamente con antibióticos, mientras que no se sabe cómo luchar contra los primeros, que están producidos por virus.

La terapéutica del catarro común consiste en tratamientos sintomatológicos y preventivos. No existe una terapéutica etiológica, porque no se conocen bien las causas de la enfermedad.

Cuando a un enfermo de catarro se le administran analgésicos-antipiréticos, se intenta reducir los síntomas de dolor y fiebre; las pulverizaciones nasales suelen contener vasoconstrictores, para anular la secreción nasal (otro síntoma); la administración de vitamina C tiene como objetivo reforzar las defensas del organismo, y la de antibióticos, el de evitar que sobre el campo abonado por los virus prolifere una infección secundaria por bacterias. Como se puede apreciar, no hay ningún fármaco que intente la anulación de los virus; la lucha contra ellos es muy difícil porque, entre otras cosas, no se sabe qué virus son los causantes de las diversas infecciones. Si se logra identificarlos, el trabajo posterior con ellos exige técnicas delicadísimas; en algunos casos se han conseguido vacunas eficaces, es decir, se cuenta con una terapéutica etiológica profiláctica, pero no curativa.

En Gran Bretaña, los doctores Tyrrell y Bynoe, de Salysbury, descubrieron un tipo de virus del catarro que había pasado inadvertido, hasta ahora, porque no es detectable con las técnicas usuales. Se ha logrado cultivarlo en tejidos de feto humano.

Parece que se trata de un virus común a diversas enfermedades, entre ellas, varias formas de gripe.



NOTICIAS DE MAÑANA

Pinturas para barcos. — La Organización del Commonwealth para la Investigación Científica e Industrial, a expensas de la Real Armada Australiana, se ocupa de estudiar un nuevo tipo de pinturas para recubrir los cascos de los buques.

Como es sabido, la mayoría de los barcos deben entrar en el dique cada dos años, para limpiar los fondos, que se recubren de suciedad, de óxidos y de multitud de moluscos. Después, suelen pintarse con un producto de compuestos metálicos, generalmente óxido de cobre; pero como estas pinturas aceleran los fenómenos de corrosión del acero, hay que intercalar previamente una capa de otro producto anticorrosivo. Los resultados no son del todo satisfactorios, si se piensa en las frecuentes y periódicas visitas que tienen que hacer los barcos a los diques secos.

Los nuevos productos que están obteniendo los investigadores australianos constan, en esencia, de resinas "epoxi", que se aplican directamente sobre el casco limpio, sin necesidad de disolverlas en ningún líquido; se consigue así una capa de fuerte adherencia al acero, impermeable y aislante de la electricidad; a continuación, sobre estas resinas se aplica la pintura con óxido de cobre.

Este tratamiento proporciona al barco una protección muy eficaz, cuyos efectos duran tanto más cuanto mayor es el número de capas de resina aplicadas. Los primeros ensayos demostraron que se evitan las incrustaciones del barco durante dos años y medio, y no aparecen signos de corrosión en tres años y medio.

Nuevas experiencias, aplicando más capas de resina, han demostrado que se puede alargar notablemente el período de protección.

Los técnicos australianos esperan conseguir, en un futuro próximo, productos y técnica de aplicación que permitan mantener el barco navegando durante más de diez años consecutivos, sin necesidad de limpiar los fondos.

FOTOGRAFÍAS ULTRARRÁPIDAS

Una fracción de segundo antes de una explosión, todo se encuentra normalmente, y una fracción de segundo después sólo hay una masa de restos lanzados al espacio. Esto es lo que capta el ojo, de los sucesos que ocurren con gran rapidez. A menudo, la maquinaria moderna actúa con la celeridad del rayo, y es imposible percibir sus movimientos. A veces, es necesario saber exactamente lo que sucede en el momento de la explosión o en una máquina, durante un intervalo brevísimo. De ahí la gran utilidad de la *fotografía ultrarrápida*.

OBTENCIÓN DE FOTOGRAFÍAS ULTRARRÁPIDAS

Las fotografías ultrarrápidas se consiguen con un tiempo de exposición pequeñísimo (menos de la milésima de segundo) y en sucesión muy rápida, para captar una serie de acontecimientos. A veces, sólo son necesarias fotografías aisladas, hechas con exposición muy corta, y para ello no hacen falta cámaras muy perfeccionadas. La cámara se coloca en un cuarto oscuro, con el *obturador abierto*. El objeto que debe fotografiarse se relaciona con el disparo de un "flash", de duración e intensidad convenientes: así se logra una exposición muy breve. Se puede usar un "flash" de 2 microsegundos (un microsegundo es igual a la millonésima parte de un segundo), para detectar el movimiento de un globo que explota. Sin embargo, la fotografía a altas velocidades suele hacerse en series rápidas y sucesivas, que se estudian en forma de película de cine o aisladas, como tomas fijas. Para ello, es necesario el uso de un equipo muy especializado.

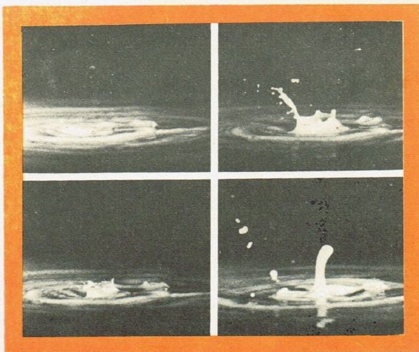
La cámara cinematográfica normal funciona por el procedimiento de *parada - arranque:* la luz sólo llega a la película cuando ésta se halla parada, y el obturador corta el paso de la luz mientras la película se mueve de una posición a la siguiente. Esta serie de paradas y arranques sucesivos ejerce una enorme tensión sobre la película, y la velocidad máxima para este tipo de cámara es de 500 fotografías por segundo, con película de 16 mm. Si la película se proyecta luego a 16 imágenes por segundo, se retarda unas 30 veces. En la pantalla, cada segundo de acción se desarrolla en 30 segundos; en otras palabras, se ha ampliado el tiempo (cámara lenta). Para las acciones que se observan casi a simple vista, esto es suficiente; pero la investigación y la industria necesitan velocidades incluso mayores.

SISTEMA TUTTLE

Cuando hacen falta más de 500 imágenes por segundo, la película debe circular continuamente en la cámara. El problema es conseguir una imagen clara en la película en movimiento. Si la luz llegase a ella en forma continua, sólo se conseguiría una larga traza borrosa. Con el *sistema Tuttle,* empleado en las cámaras *"Fastax"*, el problema se soluciona mediante el uso de un prisma. Al girar éste a gran velocidad, hace que la luz que pasa por él quede estacionaria respecto a la película. Se produce una imagen nítida cada vez que el prisma adopta una posición determinada.



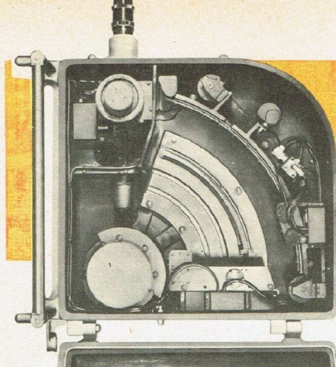
Un globo que estalla es fotografiado con una exposición de 2 microsegundos. Se puede ver la condensación del aire en el globo.

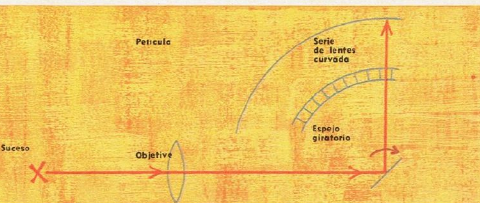


Salpicadura de una gota de leche, fotografiada a 1.000 imágenes por segundo.



Funcionamiento de una máquina de coser, a 3.000 imágenes por segundo.





Cámara "Barr y Stroud", de espejo giratorio. Éste refleja el objeto en una película fija, por medio de una serie de lentes curvada. Cada lente produce una sola imagen en la película.

La velocidad máxima con que la película puede pasar por la cámara es de unos 70 metros por segundo, pues se rompe cuando aquélla es mayor. Esto quiere decir que, con un sistema de película móvil, el número máximo de imágenes completas por segundo es de unas 10.000 en una película de 16 mm., y de 2.500 en otra de 35 mm. Añadiendo dos caras más al prisma giratorio, pueden obtenerse 20.000 imágenes por segundo, pero cada foto es sólo la mitad del tamaño de las normales.

Las cámaras "Fastax", que funcionan mediante este procedimiento, son adecuadas para resolver muchos problemas industriales referentes a los equipos fabriles o a los aparatos eléctricos. El movimiento de las alas de los pájaros o de los insectos se ha estudiado también con este tipo de cámara.

Con tiempos de exposición tan breves, la luz debe ser muy intensa. Se usan "flashes" especiales, que se sincronizan con la cámara y con el movimiento del objeto que debe fotografiarse. Un rollo de película de 130 metros de largo, a la velocidad máxima, pasa por la cámara en sólo 3 segundos, y el movimiento del objeto debe fotografiarse en ese tiempo. Casi todos los sucesos que se fotografían de esta manera duran mucho menos de 3 segundos, y puede que menos, aun, que algunas milésimas de segundo.

SISTEMA MILLER

A pesar de que las cámaras que funcionan según el sistema Tuttle, de prisma giratorio, son satisfactorias para la mayoría de las aplicaciones industriales, hay ocasiones en que hacen falta mayores velocidades. A veces se usan cámaras de tambor, donde la película va montada sobre un tambor que gira a gran velocidad. La luz llega a la película por un disco giratorio, provisto de una serie de aberturas, de manera que las imágenes constituyen una sucesión definida.

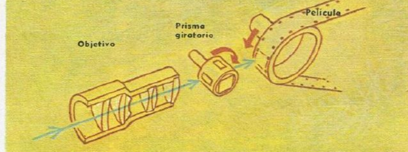
La física nuclear, la investigación de explosivos y la ciencia en general estudian fenómenos que se desarrollan en pocos microsegundos. A una velocidad de 20.000 imágenes por segundo, todo el proceso saldría en una fotografía. Esos fenómenos pueden registrarse con cámaras que funcionan con espejos giratorios, según el *sistema Miller*. Estas cámaras trabajan a velocidades ultrarrápidas, hasta 8 millones de imágenes por segundo, aunque, por supuesto, nunca es necesario ni posible obtener realmente los ocho millones de fotografías en un segundo entero. Para ello harían falta casi 50 kilómetros de película. En realidad, el número de ocho millones de imágenes por segundo sólo indica la *velocidad* a la que las imágenes se registran.

Las cámaras *"Barr y Stroud"*, de espejo giratorio, están basadas en un proyecto del *Centro de Investigación de Armas Atómicas del Reino Unido*, y cada operación utiliza 70 cm. de película de 35 mm. La luz del objeto o suceso que va a ser fotografiado entra en la cámara y se enfoca en un espejo de acero inoxidable, que gira a unas 5.500 revoluciones por segundo. El espejo está movido por una turbina de aire, y se aloja en una cámara a baja presión. Después de la reflexión, la luz pasa por una fila de lentes curvada. Las lentes interrumpen el paso de la luz y forman una serie de imágenes discretas sobre la película fija. Cada lente produce una fotografía. La luz se refleja en la película únicamente en una fracción de la revolución del espejo y, a la velocidad máxima, ese tiempo puede ser sólo de 17 microsegundos. El máximo número de fotografías que pueden hacerse es 117, lo que corresponde, para cada una, a la exposición de 0,12 microsegundos. Si los científicos pueden estudiar con comodidad 117 fotografías sucesivas, tomadas en 17 microsegundos, observan fácilmente lo que sucede en el proceso.

Con tales tiempos cortos, la sincronización tiene una importancia capital. El espejo giratorio de la cámara refleja un rayo de luz en un fotomultiplicador, inmediatamente antes de que el espejo comience a reflejar el suceso en la película. El fotomultiplicador envía un impulso de corriente, para desencadenar la reacción justo en el momento en que la cámara comienza a registrar en la película. Una unidad de control se encarga de esa sincronización, y hace falta un *circuito de retardación* ajustable, para compensar distintas velocidades del espejo.

El sistema del espejo giratorio puede usarse para el *registro de trazos*, de la misma manera que para el registro de un cierto número de imágenes separadas. Es especialmente útil para registrar acontecimientos que producen luz. El espejo refleja en la película un registro continuo de los cambios del objeto. La cámara "Barr y Stroud", de registro de trazo, tiene una velocidad máxima de *inscripción* de unos 2,5 centímetros por microsegundo. En otras palabras, los sucesos que tienen lugar en un microsegundo quedan *esparcidos* (registrados) en unos 2,5 cm. de película. A esta velocidad máxima, la cámara puede registrar durante 27 microsegundos, lo que es un tiempo ampliamente suficiente para que muchos fenómenos nucleares queden *captados* en la película.

Sistema Tuttle. El prisma giratorio fragmenta la luz en imágenes separadas. Este es el sistema de la cámara "Fastax".



SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE IMÁGENES

Estos sistemas combinan la fotografía y la electrónica, trabajando a velocidades mayores, incluso, que las de las cámaras de espejo giratorio. Las imágenes pueden registrarse a una velocidad de 100 millones por segundo, y el tiempo de exposición llega a ser de hasta 5 nanosegundos (un segundo = mil millones de nanosegundos). La luz radiada por el objeto se enfoca en el fotocátodo del tubo convertidor de imagen, lo que hace que ésta se convierta en una señal electrónica. En el tubo, la señal se amplifica, conectándose y desconectándose electrónicamente. Esta *obturación* no es mecánica y, por tanto, puede hacerse funcionar durante períodos pequeñísimos, repitiéndose con velocidad similar. Posteriormente, la señal se convierte en imagen fotográfica al llegar al fotoánodo, y es fotografiada con una cámara ordinaria fija.

El límite superior de la fotografía ultrarrápida se consigue con las cámaras de convertidor de imagen. No hay movimiento, por rápido que sea, que no pueda ser fotografiado con las técnicas modernas de fotografía ultrarrápida.

EL FLÚOR Y LOS FLUORUROS

El flúor se combina enérgicamente con gran cantidad de elementos, incluyendo la mayoría de los que se utilizan para construir aparatos químicos. Las reacciones del flúor y sus compuestos deben realizarse en recipientes especialmente construidos para ello.

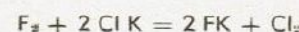
Desde 1670 se venía usando el ácido fluorhídrico (FH) para grabar el vidrio; pero habrían de trascurrir más de 200 años hasta que, en 1886, un químico francés, Henri Moissan, lograra aislar el flúor. Añadió fluoruro potásico al ácido fluorhídrico puro y anhidro, y pudo hacer pasar una corriente a través de la solución. Realizando la electrólisis en un tubo en "U", construido con una aleación de platino-indio y con electrodos del mismo material, Moissan logró obtener el flúor. La solución de fluoruro tiene mucha resistencia, y hace falta una fuerte corriente para realizar la electrólisis. El paso de la corriente calienta el aparato, que debe ser refrigerado.

Al principio, se consideró el flúor como una curiosidad química. Sin embargo, en los últimos años se han encontrado muchas aplicaciones para él. Por ejemplo, el hexafluoruro de azufre (F_6S), preparado directamente por la acción del flúor sobre el azufre, se usa como aislante en los trabajos que se realizan con alta tensión. Se han preparado numerosos compuestos de flúor, que pueden utilizarse como plásticos, fungicidas y refrigerantes.

El flúor es muy corrosivo, y puede producir quemaduras graves al tocar la piel. Los iones de flúor son tóxicos si se toman en cantidad, pero en dosis de trazas (no más de una parte por millón) protegen los dientes contra las caries. Actualmente, algunas empresas de suministro de agua añaden pequeñísimas cantidades de flúor al agua, y los fabricantes de pasta para dientes lo emplean en sus productos. El exceso de flúor, aparte de ser dañino, altera el color de los dientes.

El flúor es miembro de un grupo de elementos no metálicos, llamados *halógenos*, junto con el cloro, el bromo y el yodo. Sin embargo, hay grandes diferencias entre el comportamiento del flúor y sus compuestos, y el de los otros halógenos y sus compuestos. Por ejemplo, el fluoruro de plata es muy soluble en agua, pero el cloruro, el bromuro y el yoduro de plata son prácticamente insolubles.

El flúor es un gas amarillo claro, con un olor fuertemente picante. A —188° se condensa en un líquido amarillo pálido. Reacciona intensamente, e incluso a temperaturas bajas se combina en forma explosiva con el hidrógeno. Reacciona en forma violenta con el fósforo, y libera cloro del cloruro potásico en una reacción de desplazamiento:

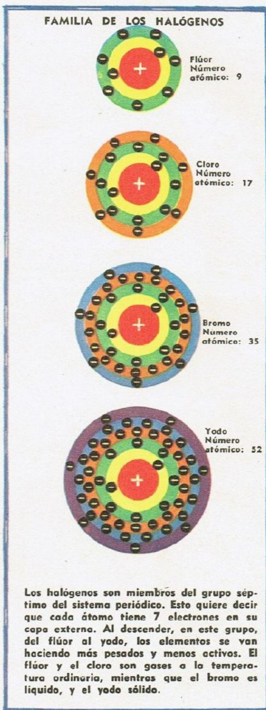


$$F_2 + 2\,ClK = 2\,FK + Cl_2$$

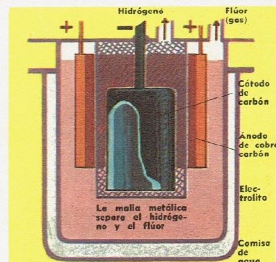
Varios metales se combinan directamente con el flúor; en 1962 se descubrió que el xenón (elemento del grupo de gases que se creía inerte) reacciona con el flúor a 400° C, para formar un tetrafluoruro: F_4Xe.

El ácido fluorhídrico se prepara con la acción del ácido sulfúrico concentrado sobre la fluorita (fluoruro de calcio), que es uno de los principales minerales que contienen flúor. A diferencia de otros haluros de hidrógeno, que son gases a la temperatura ordinaria, el ácido fluorhídrico es un líquido (punto de ebullición: 19,5° C). Esto se debe a la existencia de enlaces de hidrógeno, que unen las distintas moléculas. Por la misma razón, el agua es un líquido (y no un gas, como el ácido sulfhídrico).

Los fluoruros metálicos —que se parecen, en algunos aspectos, a los cloruros— se forman por la acción del ácido fluorhídrico sobre los metales o sus óxidos. Sin embargo, hay una diferencia importante entre los fluoruros y los cloruros, consistente en que los fluoruros ácidos (por ejemplo, el fluoruro ácido de potasio, F_2HK) se forman cuando hay un exceso de ácido.



Los halógenos son miembros del grupo séptimo del sistema periódico. Esto quiere decir que cada átomo tiene 7 electrones en su capa externa. Al descender, en este grupo, del flúor al yodo, los elementos se van haciendo más pesados y menos activos. El flúor y el cloro son gases a la temperatura ordinaria, mientras que el bromo es líquido, y el yodo sólido.



El flúor, gas, puede prepararse efectuando la electrólisis de una mezcla fundida, cuya composición es FK 2FH. Se hace pasar una corriente intensa a través de los electrodos de carbón, y de cobre impregnado con carbón. Se hace circular agua en la doble pared, para eliminar el calor desprendido por el paso de la fuerte corriente eléctrica.

LOS HUESOS

De la misma forma que una armadura metálica sostiene un puente o un edificio, el esqueleto del hombre (y de la mayoría de los vertebrados) soporta el peso de los tejidos blandos del organismo. Sin este esqueleto interno, el cuerpo sería prácticamente impotente y se derrumbaría bajo su propio peso.

El esqueleto también contribuye a proteger los órganos delicados del cuerpo. Por ejemplo, el cerebro está encerrado en el cráneo, el enrejado de las costillas recubre el corazón y los pulmones, y unas órbitas fuertes resguardan los ojos.

La tercera función del esqueleto óseo rígido es servir de base para la inserción de los músculos. Para levantar un brazo, ciertos músculos deben contraerse. Pero el brazo sólo responde a esta contracción si uno de los extremos del músculo está sólidamente fijo. Precisamente, son los huesos los que proporcionan ese apoyo.

La sustancia mineral que proporciona a los huesos esa dureza y la resistencia a la descomposición es una sal de calcio compleja, que contiene radicales tanto de fosfato como de carbonato. Pero, a pesar de que el hueso parezca muy sólido, un 30 ó 40 % de su peso está formado por sustancias orgánicas. Existen en él células vivas, provistas de diminutos vasos sanguíneos y nervios. En efecto, los huesos deben estar "vivos", pues de otra forma no se repararían después de las fracturas. Según la manera de su formación, se distinguen dos tipos: los huesos de *membrana* y los de *cartílago*.

HUESOS DE MEMBRANA

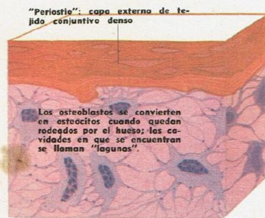
Los huesos de membrana tienen una formación sencilla. Generalmente, se desarrollan en la *dermis*, o capa interna de la piel, por lo que se los llama también huesos *dérmicos*. En los peces, los huesos de membrana forman las escamas, y en ciertos cocodrilos, las placas cubiertas por piel córnea. En cuanto a los lagartos, con frecuencia tienen huesos dérmicos debajo de las escamas córneas. El caparazón de las tortugas y animales parecidos está formado, principalmente, por huesos; los cuerpos de muchos dinosaurios estaban protegidos por huesos planos externos.

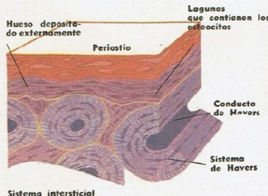
El armadillo es una excepción, pues se trata de uno de los raros mamíferos que tienen huesos de membrana externos, cubriéndole todo el lomo y la parte superior de la cabeza. En la mayoría de los mamíferos y en las aves, los únicos huesos dérmicos son los que forman parte del cráneo, de la cintura escapular y de la mandíbula.

Los huesos de membrana se desarrollan (u *osifican*) cuando ciertas células se convierten en secretoras de sustancia ósea. Estas células se llaman *osteoblastos*, que, junto con numerosas fibras de células del tejido conjuntivo, forman una armadura orgánica. A continuación, en esta armadura comienzan a depositarse capas de sales cálcicas *(lamelas)*. Poco a poco va formándose una placa, que puede crecer en sus bordes y, además, engrosa tanto en la superficie interna como en la externa. Algunos osteoblastos siguen viviendo y se incorporan al hueso en crecimiento. En ese momento se llaman *osteocitos* y adoptan forman muy irregulares. Los espacios *(lagunas)* en que están



Los huesos varían en densidad, resistencia y dureza. Las partes internas están formadas, generalmente, por hueso compacto, donde el porcentaje de células vivas y sustancias orgánicas es pequeño. En los huesos grandes, el interior es de materia esponjosa, que tiene sólo una armazón de varillas óseas que le dan rigidez. Entre ellas se encuentran los tejidos vasculares, adiposos y otros, que forman parte de la médula ósea. El tejido esponjoso es ligero, por lo que el conjunto del esqueleto resulta menos pesado, sin perder mucha resistencia. El verdadero centro de los huesos grandes puede ser hueco, y en él residen los tejidos adiposos, blandos, de la médula ósea, cuyas funciones son importantes, pues almacenan grasas y producen corpúsculos sanguíneos.





(Izquierda) Cuando el hueso empieza a formarse, al principio, los osteoblastos quedan unidos en una red. Por fuera, hay una capa de tejido conjuntivo: el "periostio". (Derecha) El remodelado de los huesos forma los "sistemas de Havers". Una parte del hueso primitivo queda como relleno (los sistemas intersticiales) entre los sistemas de Havers.

"Stegosaurus", dinosaurio con placas externas de huesos de membrana

Prolongaciones que conectan las células

Células que segregan el hueso u "osteoblastos"; los osteoblastos que quedan rodeados de hueso se llaman "osteocitos".

Los huesos pueden formarse directamente a partir de células especiales, llamadas "osteoblastos". Las estructuras así formadas se denominan "huesos de membrana". En algunos grupos de vertebrados, los huesos de membrana forman una armadura ósea de protección.

Las estructuras se forman primero de cartílago

Cartílago casi destruido, reemplazado por hueso

El hueso puede formarse al invadir los osteoblastos las estructuras que se habían depositado en el hueso en forma de cartílago. Los huesos resultantes se llaman "huesos de cartílago". En el esqueleto del hombre, la mayoría de los huesos se forma de esta manera.

situados son también muy irregulares, con largas prolongaciones ramificadas *(canalículos)*, que se extienden en todas direcciones. Los canalículos de los espacios próximos se unen y forman una red, a través de la cual puede circular la sangre, que lleva nutrientes y oxígeno.

HUESOS DE CARTÍLAGO

Los huesos de cartílago, en contraposición con los de membrana, no se forman directamente, pues son estructuras de sustitución, en las que el material óseo remplaza al cartílago. En el embrión en desarrollo, la mayoría de la estructura ósea se forma primero con cartílago. Este material blando va siendo remplazado, poco a poco, por hueso, y el proceso no acaba hasta que el animal termina de crecer completamente. En el hombre, la osificación del cartílago no termina hasta los 25 ó 26 años. En cuanto a la forma, las estructuras cartilaginosas embrionarias son miniaturas de los huesos adultos definitivos, y su trasformación en estructuras óseas se inicia a poco de formarse. El cartílago empieza a calcificarse (se impregna con sales cálcicas) y muchas de sus células mueren. A continuación, grandes células ameboides multinucleadas, llamadas *osteoclastos*, penetran en el cartílago calcificado y le destruyen la sustancia intercelular. Pronto forman una serie de canales por los que entran los vasos sanguíneos. Con la sangre, llegan osteoblastos y empieza a depositarse el hueso.

El cartílago de muchos vertebrados se osifica sólo a partir de un centro. Por ejemplo, los huesos de las extremidades empiezan a osificarse por el centro, continuando el proceso hacia los dos extremos. La zona de osificación se llama *diáfisis*. En los mamíferos, aparte de la diáfisis pueden aparecer otros puntos de osificación. Los puntos accesorios se llaman *epífisis*. Éstas se encuentran, especialmente, en las proyecciones óseas para la inserción muscular o en los sitios en que los huesos se articulan con otros. Por tanto, a pesar de que la osificación sea incompleta en conjunto, los sitios que deben resistir los mayores esfuerzos están ya reforzados.

Si el cartílago primitivo no creciera más, el hueso lo remplazaría pronto totalmente. Pero el crecimiento debe continuar, y —por ejemplo, en los huesos de las extremidades— a medida que se va formando hueso hacia el centro, se produce nuevo cartílago hacia los extremos. Sólo cuando el esqueleto adulto ha crecido por completo, el cartílago cesa su desarrollo y, por fin, la osificación puede ser completa.

La ventaja del cartílago como tejido esquelético primitivo es que, a pesar de que tiene menos rigidez que el hueso, puede aumentar de volumen desde adentro. El hueso sólo crece por adición en su superficie. Esto sería una causa de dificultades para un organismo en crecimiento, pues hay partes de la superficie ósea que están unidas a los músculos o articuladas en los huesos vecinos con gran precisión. Si se formara más hueso en esas superficies, se desharían las conexiones.

Sin embargo, los grandes huesos de cartílago de los miembros no se forman enteramente por sustitución. Cuando la osificación comienza en los primeros estadios, las estructuras cartilaginosas tienen todavía un diámetro muy pequeño, que va aumentando hacia los extremos conforme crecen los cartílagos. Mientras el hueso remplaza al cartílago, se va formando un eje que se adelgaza hacia el centro.

Un hueso que tuviera la forma de un reloj de arena sería muy débil en la parte central. Este problema se resuelve por adiciones de hueso en ciertas partes de la superficie del cartílago. El hueso es especialmente grueso en la parte central, que era muy delgada en la estructura primitiva. Este recubrimiento de hueso es, hablando con propiedad, hueso de membrana, ya que *no* ha remplazado a un cartílago anterior. Se forma sobre el cartílago y, por esa razón, se llama *hueso pericóndrico*.

A lo largo de la vida de un animal, el hueso se va renovando continuamente. El material viejo se reabsorbe por los osteoclastos, y los osteoblastos depositan material nuevo. Los huesos que han sufrido fracturas pueden reconocerse, examinando secciones finas al microscopio, a causa del desarrollo de los *conductos de Havers*. Estos conductos, que normalmente son paralelos, llevan los vasos sanguíneos y los nervios. Los osteoblastos se colocan en series de círculos concéntricos alrededor de cada conducto; para su nutrición, dependen de los vasos sanguíneos del conducto. Cada uno de estos, con la serie de osteoblastos que dependen de él, constituye lo que se llama *sistema de Havers*.

El cartílago es destruido por los osteoclastos, que invaden y depositan hueso (abajo). La trasformación de la estructura cartilaginosa embrionaria en hueso adulto, de las extremidades, se muestra a la derecha. Nótese el hueso pericóndrico.

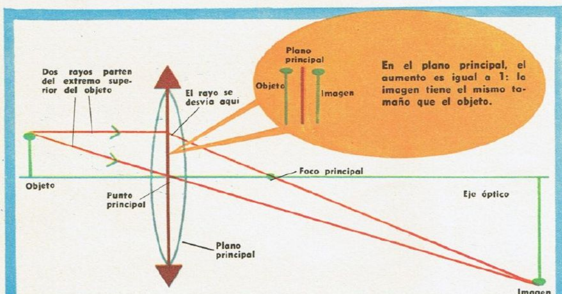
Los osteoblastos depositan hueso
Hueso pericóndrico
Hueso
Hueso
Hueso
Los osteoclastos destruyen las células del cartílago
Células del cartílago

OSIFICACIÓN DE UN HUESO DE LAS EXTREMIDADES DE UN MAMÍFERO
Cartílago residual, que cubre las articulaciones
Epífisis
Diáfisis
Hueso pericóndrico
Vaso sanguíneo
Cavidad medular, formada por la reabsorción del hueso
ESTRUCTURA CARTILAGINOSA
COMIENZO DE LA OSIFICACIÓN
LAS EPÍFISIS SE DESARROLLAN
OSIFICACIÓN COMPLETA



COMBINACIONES DE LENTES

Los sistemas ópticos, como los microscopios, telescopios y cámaras fotográficas, contienen varias lentes. Cuando se diseña una combinación de éstas, no es necesario determinar cómo se desvían *(refractan)* los rayos lumínicos cada vez que entran o salen de una lente. Las características de la imagen final —ya sea ésta grande o pequeña, real o virtual, ya esté situada en el infinito o a pocos milímetros del ocular— pueden averiguarse mediante una construcción simple, una vez que se conocen algunos hechos sencillos acerca de las lentes.
Las propiedades de las lentes aisladas o de sus combinaciones pueden determinarse experimentalmente. Hay ciertos puntos relacionados con las lentes, que se llaman *puntos cardinales*. Éstos son importantes, ya que cada uno de los rayos trazados en el diagrama debe pasar, al menos, por un punto cardinal. Los puntos cardinales son los *puntos principales*, los *focos principales* y los *puntos nodales*. En una combinación de lentes pueden determinarse experimentalmente, pero también por cálculos, a partir de los puntos cardinales de las lentes que forman la combinación.
Una lente simple delgada tiene un punto principal y dos focos principales. Generalmente, la lente delgada se representa como una línea: el *plano principal*. La refracción de la luz tiene lugar en el plano principal, que corta al eje óptico de la lente en el *punto principal*. Los rayos que pasan por éste no se desvían.
Una vez que han atravesado la lente, todos los rayos del objeto, paralelos al eje, pasan por uno de los *focos*. Los dos focos principales están a cada uno de los lados de la lente: uno para los rayos que llegan por la izquierda y otro para los que llegan por la derecha. Para determinar la posición de la imagen que forma una lente sencilla delgada, sólo hace falta dibujar dos rayos. Uno de ellos parte del extremo superior del objeto, paralelamente al eje óptico, y se desvía en el plano principal para pasar por uno de los focos principales. El otro rayo no se desvía, ya que va desde el extremo superior del objeto, pasando por el punto principal de la lente. Los dos rayos se cortan en un punto, que señala la posición del extremo superior de la imagen.
Cuando hay dos o más lentes en el sistema, o cuando la lente es gruesa en vez de fina, hay dos planos principales. Pero éstos no están forzosamente en la misma posición que las lentes. En realidad, los planos principales se definen como aquellos en los que el aumento es igual a 1, o sea la imagen tiene exactamente el mismo tamaño que un objeto situado en el plano principal y en



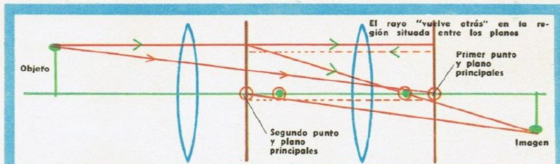
La posición de la imagen puede determinarse por medio del diagrama de rayos. La lente delgada se representa por una línea, que es el plano principal. Sólo hacen falta dos rayos, del infinito número de los que pasan por la lente, para determinar la posición del extremo superior de la imagen. Uno de los rayos se desvía y el otro no.

PUNTOS NODALES

Si una parte de la combinación de lentes se encuentra en el aire y la otra en agua o aceite, la trayectoria de algunos de los rayos cambiará. El agua, el aire y el aceite tienen distintos índices de refracción, y los rayos de luz se refractan al pasar de uno a otro, de tal forma que existe una refracción adicional en el sistema óptico. Esto es muy importante cuando se proyecta una cámara fotográfica submarina o un microscopio de inmersión. No es correcto trazar el rayo que llega a uno de los puntos principales de forma que salga del otro con el mismo ángulo, respecto al eje óptico. El rayo que llega al primer punto principal no es paralelo al que sale del segundo.

Sin embargo, existen otros dos puntos a lo largo del eje óptico, en los que los rayos que llegan y salen, desde el extremo superior del objeto al extremo superior de la imagen, son paralelos. Éstos se llaman "puntos nodales", y pueden calcularse una vez que se conocen los índices de refracción de las sustancias que hay a cada lado de las lentes. Para poder construir la imagen en un sistema de lentes de este tipo, deben conocerse los seis puntos cardinales. Pero cuando sólo hay aire a cada lado de las lentes, basta conocer cuatro puntos cardinales importantes, ya que los dos puntos nodales coinciden con los dos puntos principales.

Esta sencilla teoría de las lentes no es válida más que para los rayos agrupados cerca del centro de la lente (la llamada "región paraxial"). Las imágenes sólo son geométricamente perfectas en esta región. Un objeto en forma de pequeña línea recta, en la región paraxial, se convierte en una imagen en forma de pequeña línea recta, en el caso de una lente simple. Una línea recta de mayor tamaño, que sobrepasara la región paraxial, daría origen, probablemente, a una imagen curva. Además, para que se cumpla la teoría de las lentes simples, el objeto debe estar formando ángulo recto con el eje óptico. La formación de la imagen es diferente cuando el objeto está paralelo al eje óptico.



Trazado de los rayos para una combinación de dos lentes. Cuando éstas se hallan separadas por aire, las posiciones de los planos principales se invierten. El de la derecha es el primer plano principal, y el de la izquierda, el segundo. Los rayos se trazan "haciéndolos volver atrás" entre los planos. Lo que pueda ocurrirle a los rayos entre los planos principales no influye nada en esta construcción. Todo objeto situado en el primer plano principal da una imagen en el mismo lado del eje óptico, y del mismo tamaño que el objeto. Así es como se definen, precisamente, los planos principales.

el mismo lado del eje óptico que el objeto. En el caso de una lente delgada y sencilla, esto sólo ocurre en un punto: en la lente misma. En el caso de dos lentes, hay dos puntos posibles, que pueden determinarse proyectando un objeto en el sistema y determinando, con un microscopio móvil, el punto donde la imagen tiene el mismo tamaño que el objeto. Además, la posición de los puntos principales puede calcularse a partir de las distancias focales de las lentes sencillas y de la distancia que las separa.

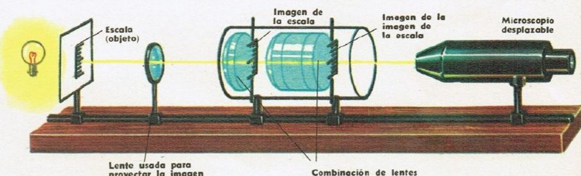
La distancia focal de la combinación puede averiguarse experimentalmente (por métodos que son parecidos a los practicados con lentes sencillas delgadas). Pero también puede determinarse a partir de las distancias focales de las componentes. Existe una relación matemática sencilla entre ellas.

Cuando se han determinado los puntos y los focos principales, puede fijarse la posición de la imagen trazando la posición de dos rayos, los mismos que intervienen en la construcción del diagrama con las lentes sencillas y delgadas. El primero de los dos rayos va paralelo al eje óptico, hasta que llega al primero de los planos principales. Lo que ocurre entre los dos planos principales no tiene importancia. El rayo debe salir del segundo plano exactamente a la misma altura sobre el eje óptico. Esto se deduce de la forma en que se han definido los planos principales. Un objeto situado en un plano principal da lugar a una imagen en el otro plano principal, con el mismo tamaño y al mismo lado del eje.

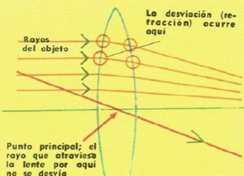
Al salir del segundo plano principal, el rayo se traza de manera que pase por uno de los focos.

El segundo rayo que se traza es el que no cambia de dirección al pasar por el sistema. Sale del extremo superior del objeto pasando por el primer punto principal. Este rayo forma cierto ángulo con el eje óptico y, de nuevo, no importa lo que ocurre entre los dos planos principales. Otra de sus propiedades es que ese rayo, al llegar a un punto principal, sale del otro formando el mismo ángulo con el eje óptico. El rayo que entra y el rayo que sale son, por tanto, paralelos.

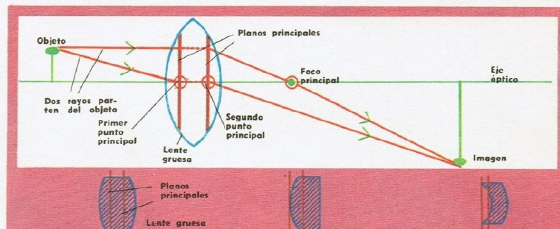
Esos dos rayos definen la posición del extremo superior del objeto.



Determinación de los planos principales de una combinación de lentes. Estos planos son los que producen un aumento igual a la unidad. Probablemente, los planos se encontrarán en el interior del sistema, donde es imposible situar un objeto. Por eso se usa como objeto una escala iluminada. Con el microscopio desplazable, se encuentra una imagen del mismo tamaño.



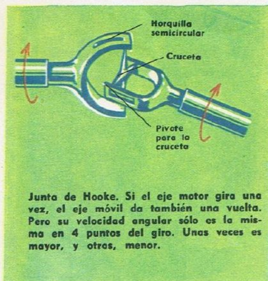
En realidad, la luz que pasa por una lente se refracta en toda la superficie. Sin embargo, en un esquema simple de los rayos se puede simplificar el fenómeno, representando toda la refracción con una sola línea (el plano principal), que pasa por el centro de la lente.



Cuando la lente es gruesa, o cuando hay más de una lente en el sistema, existen dos planos principales y dos puntos principales. Toda la desviación tiene lugar en los planos principales. Por lo demás, la construcción de la imagen, en el esquema de los rayos, es la misma.

JUNTAS UNIVERSALES

Casi todas las juntas universales utilizadas en los sistemas de trasmisión de los automóviles son semejantes a la inventada por Robert Hooke, en 1676. La potencia se trasmite, desde el motor y la caja de cambios (velocidades), por el árbol de trasmisión. En la mayoría de los coches, el motor está en la parte delantera y las ruedas motrices en la trasera. Cuando el coche pasa sobre baches de la carretera o gira en una curva, el eje de las ruedas traseras se mueve hacia arriba y abajo, respecto a la parte anterior del coche. Por ello. varía el ángulo entre el árbol que sale de la caja de cambios y el que va al eje trasero. La junta universal permite que el movimiento giratorio que mueve las ruedas traseras pase de un eje a otro cuando no están paralelos y cuando varía el ángulo entre ellos.

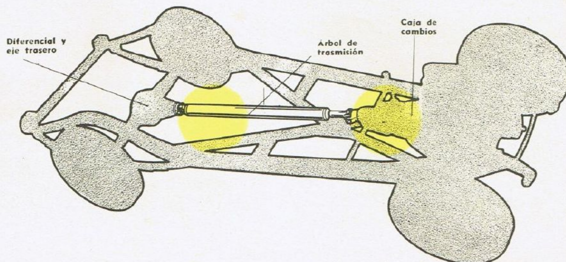


Junta de Hooke. Si el eje motor gira una vez, el eje móvil da también una vuelta. Pero su velocidad angular sólo es la misma en 4 puntos del giro. Unas veces es mayor, y otras, menor.

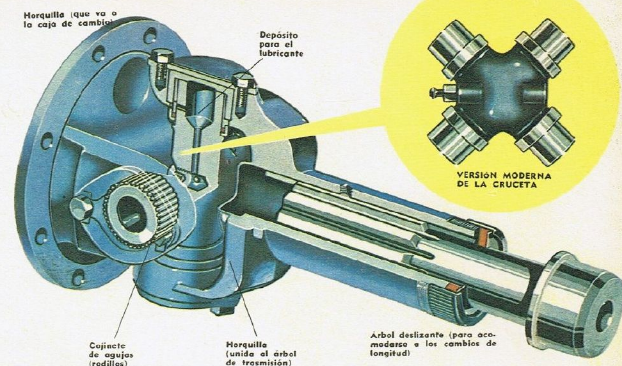
Hooke proyectó esta junta para "hacer toda clase de rotaciones", a fin de utilizarla de modo que marcara en un cuadrante el giro de un eje que formaba ángulo con otro eje. Probablemente, pensaba que se utilizaría en aparatos de astronomía, pero se dio cuenta de que era posible aplicarla a toda clase de movimientos.
En la primitiva junta de Hooke, tanto el eje motor como el móvil tienen piezas semicirculares de metal, sólidamente unidas a sus extremos *(horquillas)*. De esta forma, las horquillas giran con los ejes a los que van unidas, y están trabadas con una pieza de metal en forma de cruz: la *cruceta*.
Los dos brazos opuestos de la cruceta encajan en rodamientos, en los extremos de las horquillas. La cruceta puede moverse libremente en los rodamientos. Con los dos ejes alineados, las horquillas están en ángulo recto. El eje motor gira, y hace girar el eje móvil mediante la conexión rígida unida por la cruceta.
Si los dos ejes están desviados algunos grados, la cruceta gira en los rodamientos de las horquillas, pero el eje móvil continúa girando, y da el mismo número de vueltas por segundo que el eje motor.
Durante parte del giro, el eje móvil gira más de prisa que el motor, pero en otros momentos del giro se mueve más despacio. Sólo hay cuatro posiciones, en cada giro, en las que ambos ejes giran a la misma *velocidad angular* (la velocidad angular es el ángulo que el eje describe cada segundo). Si el primer eje gira a velocidad constante, el segundo lo hace, alternativamente, más de prisa y más despacio. La diferencia entre las velocidades angulares de los ejes se hace mayor al aumentar el ángulo entre ellos.
Casi todos los coches tienen *dos* juntas universales en la trasmisión. Esto es necesario, porque el árbol secundario de la caja de cambios y el árbol trasero están a distintos niveles.
La primera junta universal está al final de la caja de cambios. Si el eje motor de esta junta gira a velocidad constante, el eje móvil (la barra de trasmisión) gira de manera discontinua (con velocidad angular variable). Pero la barra de trasmisión es sólo un eje intermedio, que mueve otra junta universal. Aquí ocurre lo contrario: el eje motor se mueve en forma discontinua, mientras que el eje móvil gira con velocidad an-



Si los dos extremos de un eje dividido por dos juntas de Hooke son paralelos, ambas juntas forman un acoplamiento de "velocidad constante". Las variaciones de la velocidad angular en la primera junta se compensan en la segunda. (Abajo) Dos juntas universales en la trasmisión de un automóvil.



Corte de la versión moderna de la junta de Hooke. Dos brazos de la cruceta encajan en los rodamientos de cada horquilla. En esta junta se usan cojinetes de agujas (rodillos), para disminuir el perjudicial efecto causado por el roce.



gular constante. Sin embargo, esto sólo ocurre cuando los ángulos son iguales en las dos juntas, o sea, cuando el primer eje es paralelo al último. Al pasar los coches sobre baches, los ejes se desnivelan, pero los cambios de ángulo son tan pequeños que no influyen mucho en la velocidad angular.

Las aplicaciones modernas de la junta de Hooke son, en principio, iguales a la primitiva. Se ha modificado la constitución de las horquillas, y la cruceta gira en rodamientos especiales, proyectados de forma que la fricción se reduzca al mínimo.

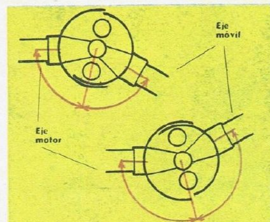
JUNTAS DE VELOCIDAD CONSTANTE

Las juntas de Hooke son adecuadas para los coches usuales, en que la dirección se hace con las ruedas delanteras y la tracción con las traseras. El mayor ángulo a que se pueden adaptar esas juntas es de 18°. Sin embargo, en coches con tracción delantera, la conducción se hace con las ruedas delanteras. Por tanto, la junta universal debe adaptarse no sólo a un movimiento de arriba a abajo, al pasar el coche sobre baches, sino también a un cambio angular mayor, para poder conducirlo. Si se usara una junta de Hooke, las ruedas delanteras girarían de forma desigual y discontinua, dando lugar a vibraciones y a desgaste excesivo.

Por ello, se usan juntas de *velocidad constante*. La pieza de la junta que conecta con el eje móvil envuelve el extremo del eje motor, de forma que la parte motriz gira *en el interior* de la parte movida. En la discontinuidad presente entre ambas se insertan 4 ó 6 esferas de acero. Una parte de las esferas encaja en un surco o excavación abierta en la pieza móvil, mientras que otra encaja en una cavidad análoga de la parte motriz. Cuando el eje motor gira, el eje móvil debe girar el mismo número de vueltas por segundo, ya que las esferas no pueden girar *alrededor* de la junta, respecto a sus dos piezas componentes. De esa manera, las esferas actúan como una conexión rígida en esa dirección.

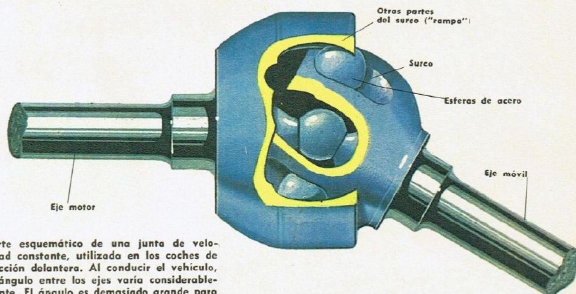
Los surcos se han trazado de tal forma que las esferas puedan moverse *longitudinalmente* (en la misma dirección que los ejes del árbol). Cuando los ejes se inclinan, formando un ángulo entre ellos, las esferas ruedan en forma longitudinal en sus surcos (*rampas*). Pero, ya que cada esfera continúa ensamblada en los dos surcos, los ejes siguen rígidamente acoplados para los movimientos de rotación.

Los surcos están curvados de tal forma que la línea que pasa por el centro de las esferas es siempre la bisectriz del ángulo formado por los ejes. Esta condición resulta esencial para asegurar la uniformidad del movimiento del eje móvil.



CONDICIÓN PARA LA VELOCIDAD CONSTANTE

En una junta de velocidad constante, la velocidad angular del eje móvil es la misma que la del eje motor, cualquiera que sea el ángulo que formen. La de Hooke no es una junta de velocidad constante. La condición para la velocidad constante es que el ángulo entre los ejes se reparta por igual entre el eje motor y el móvil. Esto tendrá lugar cuando una línea imaginaria, trazada por los puntos de contacto, sea la bisectriz del ángulo formado por los ejes. Los ejes de una junta de velocidad constante deben tener un "contacto deslizante", de forma que esté siempre en la bisectriz, cualquiera que sea el ángulo de aquellos.



Corte esquemático de una junta de velocidad constante, utilizado en los coches de tracción delantera. Al conducir el vehículo, el ángulo entre los ejes varía considerablemente. El ángulo es demasiado grande para permitir el uso de una junta de Hooke, que causaría vibraciones y desgaste excesivo.

EVOLUCIÓN CONVERGENTE Y PARALELA

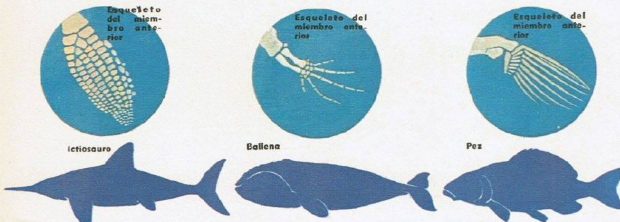

Colibrí o picaflor

Hermann Melville, hablando de las ballenas en su gran libro *"Moby Dick"*, escribió: "En pocas palabras, una ballena es *un pez con cola horizontal, que lanza un surtidor de agua*".
Melville, gran marino y observador excepcional, no había recibido formación biológica. Por supuesto, las ballenas se parecen a los peces. Tienen la misma forma hidrodinámica, una cola aplastada, dos aletas como miembros anteriores e, incluso, pueden tener una aleta dorsal. Pero, de hecho, las ballenas son mamíferos, y no es agua lo que arrojan por los espiráculos, sino el vapor de su respiración. Su sangre es caliente, y las hembras alimentan a las crías con leche. Por tanto, a pesar de las apariencias, están más emparentadas con los perros, con los conejos o con el mismo hombre que con los peces.
Hace unos 150 millones de años, otro animal recorría los mares. A pesar de que se extinguió hace 70 millones de años, los huesos de sus fósiles permiten reconstruirlo. Pero tampoco se trataba de un pez, pues los esqueletos que se conservan prueban, sin lugar a dudas, que era un reptil. Debido a su notable parecido con los peces, se le llamó *ictiosauro* o pez - lagarto (en griego: *ichthys*, pez; *sauros*, lagarto).
Los mamíferos, los reptiles y los peces son tres grupos distintos de vertebrados, pero algunos de sus miembros se parecen unos a otros. Lo que tienen en común la ballena y el ictiosauro es que los dos han vivido en el mar.
Ambos se adaptaron a una forma de vida acuática y, al evolucionar en los mares, desarrollaron el mismo tipo de estructura. Esta evolución, que a menudo es la causa de semejanzas aparentes entre dos ramas que han divergido mucho de un antepasado original, es lo que se llama *evolución convergente* o, simplemente, *convergencia*.
La convergencia es un fenómeno corriente, que se observa tanto en los organismos terrestres como en los acuáticos y voladores. Es un testimonio poderoso acerca de la teoría de la selección natural. Bajo las mismas presiones selectivas, grupos diferentes responden con adaptaciones aparentemente semejantes. Por tanto, debe tenerse prudencia y cuidado al clasificar los animales y las plantas. Las semejanzas superficiales entre dos organismos no significan que están emparentados próximamente.

MÁS EJEMPLOS DE CONVERGENCIA

Aislados en el continente australiano, los *marsupiales*, o animales con bolsa, pudieron florecer durante 150 millones de años. En la mayor parte del mundo desaparecieron, por la competencia de los mamíferos *placentarios* (con desarrollo intrauterino).
Australia ofrece una gran variedad de ambientes, y muchos marsupiales diferentes han evolucionado para llenar los distintos "huecos" ecológicos. La semejanza de aspecto de varios marsupiales y mamíferos placentarios proporciona asombrosos ejemplos de convergencia.
Australia tiene su lobo: el lobo marsupial *(Thylacinus cynocephalus)*; tiene su "gato" nativo *(Dasyurus)*, y su "ratón" indígena *(Dasycerus.)* Hay "hormigueros" y "perezosos". El falangio arbóreo volador es comparable a las ardillas voladoras, y el "wom-

El ictiosauro (reptil), la ballena (mamífero) y el pez son tres tipos de vertebrados nadadores. Los miembros anteriores resultan realmente homólogos, y demuestran que los tres grupos tienen un antepasado común, aunque éste sea muy lejano. A partir de entonces, los grupos han ido separándose mucho. La semejanza de aspecto es sólo consecuencia de la evolución convergente.



Topo placentario y topo marsupial. El hocico prominente y las potentes uñas dan una apariencia semejante a estos dos animales cavadores.




Mariposa colibrí

Las aves y los insectos son dos grupos muy alejados de un posible antecesor común. Pero la semejanza de sus formas de vida ha dado a los picaflores y a las mariposas-colibríes notable parecido superficial.

bat", a algunas ardillas terrestres. Australia tiene, incluso, su topo marsupial.

Los marsupiales y los placentarios son mamíferos y poseen un antepasado común, que vivió en un tiempo no muy remoto. Pero la convergencia puede producir semejanza entre animales que en nada se relacionan. Los insectos y las aves están muy alejados; sin embargo, a primera vista es difícil precisar la diferencia entre un colibrí y una mariposa chupadora de flores. Ambos tienen el mismo tamaño, y viven del néctar de las flores; han convergido en su forma vibrante de volar y en su alimento.

Otro ejemplo notable es la semejanza entre el pico del pato —ave— y el del ornitorrinco —mamífero—. Ambos animales obtienen su alimento buscándolo en el fango; para llevar a cabo esta operación, poseen un pico ancho y aplastado, lo que da a sus cabezas un aspecto semejante.

De los animales que hacen túneles en el suelo, quizá el más conocido es la lombriz de tierra, gusano largo y delgado, sin órganos especialmente visibles que se proyecten al exterior. Los animales de otros grupos que han adoptado esos hábitos de hacer túneles en el suelo poseen una apariencia idéntica. Por ejemplo, así son las "serpientes de cristal" (que, realmente, son lagartos ápodos) y las cecilias (que, en realidad, son anfibios). La forma y el aspecto general de las serpientes hacen pensar que evolucionaron a partir de animales subterráneos.

Los animales convergentes pueden parecer semejantes, pero es fácil demostrar que son criaturas completamente diferentes, con antecesores distintos; su parecido se ciñe al aspecto externo y no se deriva de un estrecho parentesco. Las estructuras a las que se debe su semejanza no se han desarrollado a partir de características comunes de un antecesor. Por tanto, las alas de la polilla colibrí tienen un origen totalmente distinto al de las del pájaro colibrí. Tales estructuras, con orígenes diferentes pero con las mismas funciones, se denominan "análogas".

En la evolución paralela, las mismas características que poseyó un antecesor común pueden desarrollarse de forma muy similar en sus descendientes. Por esta correspondencia, las dos estructuras se denominan "homólogas". Órganos homólogos indican siempre algún antecesor común.

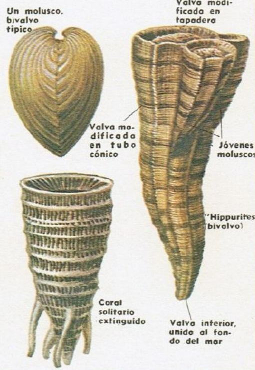
La convergencia no está limitada al reino animal. Las plantas, sometidas a influencias externas semejantes, también pueden parecerse en sus estructuras. Las tres grandes selvas lluviosas tropicales (selvas vírgenes) del mundo están compuestas por cientos de árboles; sin embargo, incluso para el especialista, a veces, es difícil diferenciar una forma de otra que no tiene ningún parentesco con ella. Todos esos árboles alcanzan gran altura, carecen de ramas en la parte baja de sus troncos, y poseen hojas y corteza muy parecidas. En los desiertos americanos, los cactos son las plantas características. Sus troncos hinchados contienen tejidos que almacenan agua, están cubiertos por espinas protectoras y carecen de hojas. Los euforbios de África se parecen a los cactos en todos esos detalles; pero, a pesar de su aspecto cactiforme, no están emparentados con ellos.

EVOLUCIÓN PARALELA

El concepto de *evolución paralela* o *paralelismo* se refiere a un proceso de adaptaciones semejantes, bajo el control de la selección natural. En el caso de la convergencia, los antepasados eran muy diferentes, como lo evidencia un examen detenido. Por ejemplo, los marsupiales se distinguen fácilmente de los placentarios, no solo por sus bolsas, sino por numerosas diferencias en el esqueleto.

En el paralelismo, los antepasados no son tan diferentes. Las especies que proceden de un mismo antepasado pueden evolucionar en forma independiente, siguiendo las mismas líneas, en vez de diversificarse de modo progresivo. Los jerbos de África y Asia, que habitan en los desiertos, son roedores muy bien adaptados a su ambiente. Sobre todo, llaman la atención sus largas patas traseras, con las que saltan rápidamente en la arena. En América, otro roedor, la rata canguro, tiene el mismo aspecto, a pesar de que ha evolucionado completamente separada del jerbo. Otro ejemplo de evolución paralela es el de los puercoespines de América del Sur y los de África. Con mucha probabilidad, los puercoespines evolucionaron a partir de un antecesor común sin espinas, y han desarrollado sus espinas independientemente.

El "Hippurites" se parece a los restos fósiles de un coral. De hecho, es un molusco bivalvo. Las dos valvas se han modificado enormemente, para adaptarse a un género de vida parecido al de los corales.



PRESIÓN OSMÓTICA Y PESO MOLECULAR

Un huevo crudo, al que se ha despojado con cuidado de la cáscara por acción del ácido clorhídrico diluido, pierde su forma característica y se arruga rápidamente si se le coloca en una solución concentrada de cloruro de sodio. Sin embargo, el huevo recobra con rapidez su forma primitiva si se le traslada a un recipiente con agua pura. Si se le deja en ese recipiente durante unos minutos, continúa hinchándose y acaba por reventar.

Esos cambios tienen lugar porque el huevo está rodeado por un tipo especial de membrana —*semipermeable*—, a través de la cual el agua pasa con facilidad. Sin embargo, las sales solubles que se encuentran en el huevo, o cualquier sustancia disuelta en el agua que lo rodea, no pueden atravesar la membrana, suponiendo que esté intacta. Si la membrana se daña, las sustancias disueltas pasarán por ella.

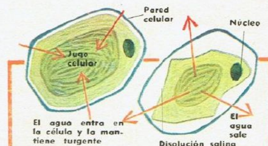
El disolvente atraviesa libremente la membrana en dos direcciones, pero mayor cantidad pasa desde el lado de la membrana en donde la concentración de la sustancia disuelta es menor. En el interior del huevo crudo, la concentración de la disolución es más bien moderada, por lo que, al colocarlo en el agua, es mayor la cantidad de moléculas de agua que penetra en el huevo, a través de la membrana, que la que sale de él. Esto explica por qué el huevo se hincha cuando se sumerge en agua. El efecto global es siempre reducir la concentración más elevada, pues la tendencia es igualarla con la que está al otro lado de la membrana. El flujo espontáneo de un líquido a través de una membrana semipermeable se llama *ósmosis.* Muchas células tienen membranas semipermeables, y la ósmosis es un proceso muy importante para el trasporte de sustancias entre ellas. La fuerza que produce la ósmosis se conoce con el nombre de *presión osmótica.* Su magnitud puede determinarse aplicando una pequeña presión del lado de la membrana donde la concentración es mayor, de modo que se detenga el paso de disolvente a través de ella. Esto puede hacerse por medio de una columna de mercurio, pero el mismo disolvente puede usarse para producir una carga hidráulica.

Muchas de las primeras investigaciones sobre la ósmosis fueron realizadas por botánicos, como el profesor alemán Wilhelm Pfeffer (1845 - 1920). Los primeros resultados eran más de tipo cualitativo que cuantitativo; pero, en 1885, Jacobus Henricus van't Hoff (1852 - 1911) revisó los trabajos de Pfeffer y descubrió un paralelismo entre la presión osmótica y la presión de los gases. El mismo Pfeffer había demostrado que

MEMBRANAS SEMIPERMEABLES

A pesar de que distintas membranas semipermeables se consiguen fácilmente a partir de materiales naturales, son muy delicadas y se deterioran al extraerlas de la planta o del animal de los que proceden. Una excepción es el pergamino, material usado para escribir, como el papel, y que se prepara con piel de cordero o de cabra. El pergamino se utiliza en ciertos experimentos de ósmosis, pero se prefieren las membranas preparadas artificialmente.

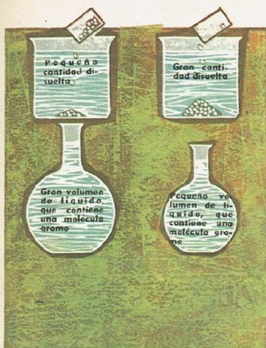
Para algunos de sus experimentos, Pfeffer y otros investigadores posteriores usaron una membrana semipermeable de ferrocianuro de cobre ($Cu_2[Fe\ (CN)_6]$). Se consigue por la acción del sulfato de cobre diluido sobre una disolución de ferrocianuro potásico. Como esta membrana es delgada y muy frágil, debe estar sostenida por un soporte poroso fuerte, como un recipiente de arcilla cocida. Para formar la membrana en las paredes del recipiente, se llena éste con sulfato de cobre diluido y se sumerge durante unos días en una disolución de ferrocianuro potásico. Para extraer las burbujas de aire de los poros, el recipiente debe colocarse algún tiempo en una cámara al vacío.



LA OSMOSIS EN LAS CÉLULAS VEGETALES

La ósmosis puede estudiarse con gran facilidad en las células vegetales, que están rodeadas por una pared externa, fuerte, recubierta por protoplasma vivo. Dentro del protoplasma hay un espacio (vacuolo) lleno de un líquido (jugo celular). La presión del jugo celular hace que el protoplasma se comprima contra la membrana, de la misma forma que en una pelota de fútbol el aire aprieta la goma contra el cuero. El protoplasma es selectivamente semipermeable, y deja entrar agua y algunas sales disueltas. Si la célula se coloca en una disolución muy concentrada, el agua sale de ella; la célula pierde entonces su turgencia, se arruga el protoplasma y se separa de la pared celular. Si la célula se sumerge luego en agua pura, el líquido penetra en ella y vuelve a apretar el protoplasma contra la pared. Si el jugo celular está muy concentrado, absorbe tanta agua que la pared revienta. Sin embargo, por lo general, la pared celular es lo suficientemente fuerte como para resistir la presión osmótica.

Todos los animales acuáticos, a no ser que posean una cubierta impermeable, deben tener un dispositivo para liberarse del exceso de agua que absorben. Este fenómeno se llama "osmorregulación" y se observa en muchas clases de animales. Si no se liberasen del exceso de agua, llegarían a reventar, ya que las células animales no tienen paredes de celulosa, como las de las plantas.



Cuanto más concentrada está una disolución, menor es el volumen de líquido que contiene una molécula gramo. Por ejemplo, la glucosa tiene un peso molecular de 180. Entonces, si la concentración es de 10 gramos por litro, 18 litros de la disolución contienen 180 g. (una molécula gramo).

TEORÍA DEL BOMBARDEO, PARA EXPLICAR LA PRESIÓN OSMÓTICA

Las analogías entre las presiones ejercidas por las moléculas disueltas en un líquido y las que ejercen las moléculas de un gas sobre las paredes de un recipiente basaron la "teoría del bombardeo" de la presión osmótica. Las moléculas de un gas ejercen presión porque están bombardeando constantemente las paredes del recipiente. De la misma forma, las moléculas disueltas bombardean la membrana semipermeable. Así como el volumen del gas tiende a aumentar a causa de la presión, de igual modo lo hace el volumen del líquido, que deja entrar moléculas de agua a través de la membrana. Esto ocurre incluso cuando la membrana permanece estacionaria; así entra agua en la solución.

CÁLCULO DEL PESO MOLECULAR DE UN AZÚCAR

La presión osmótica de una disolución que contiene 12 gramos de un azúcar por litro es de 1,59 atmósferas, a 23°C.
Se aplica la ley de los gases, $PV = RT$.
Si el peso molecular desconocido es M,

$$V = \frac{M}{12}$$

T (temperatura absoluta) $= 23 + 273 = 296°A$.
R (constante de los gases) $= 0{,}0821$.

Por tanto, $0{,}0821 = \frac{PV}{T} = \frac{1{,}59 \times M}{12 \times 296}$

$$M = \frac{0{,}0821 \times 12 \times 296}{1{,}59} = 183$$

El peso molecular buscado es, por consiguiente, 183.



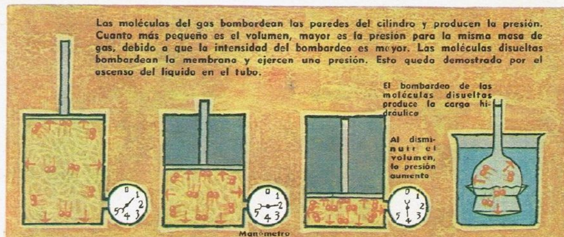
MEDIDA DE LA PRESIÓN OSMÓTICA

Este esquema muestra un aparato sencillo, que puede usarse para medir la presión osmótica de una solución diluida de sacarosa. Un trozo de celofán o de pergamino se ha atado fuertemente en el extremo de un embudo invertido. Una solución de sacarosa (de concentración conocida) se introduce con cuidado por el vástago del embudo en la parte ensanchada, y se sumerge en un vaso con agua.

De inmediato, el agua empieza a pasar por la membrana y pronto se ve subir lentamente el nivel del líquido en el vástago del embudo. Cuando el nivel cesa de subir, la presión hidrostática de la solución, en el vástago, compensa la presión osmótica, que ha hecho pasar las moléculas de agua, a través de la membrana, a la solución de sacarosa.

A partir de experimentos como éste, es posible obtener valores muy aproximados del peso molecular del azúcar.

la presión osmótica se incrementaba al aumentar la concentración. Sin embargo, van't Hoff comprobó que los resultados numéricos se explicaban mejor si se aplicaba otro método para expresar la concentración de la disolución. En vez de usar unidades convencionales (por ejemplo, gramos por litro), determinó el volumen (en litros) que contenía una molécula gramo de la sustancia disuelta. (Una molécula gramo es el peso molecular de una sustancia, expresado en gramos.) Utilizando medidas de la presión osmótica de soluciones de sacarosa con distintas concentraciones, van't Hoff averiguó que, a temperatura constante, la presión osmótica (P) estaba relacionada con el volumen (V) que contiene una molécula gramo, justamente de la misma manera que la presión y el volumen de un gas varían de acuerdo con la ley de Boyle.
Van't Hoff averiguó también que la presión osmótica de una disolución aumenta con la temperatura (T). Esta variación sigue una ley completamente análoga a los cambios de presión de un gas, cuando se lo calienta y se mantiene su volumen constante.
De esa manera, las presiones osmóticas obedecen a las mismas leyes que las presiones de los gases. De hecho, la presión osmótica de una solución puede considerarse como la presión que la sustancia disuelta ejercería si fuese un gas y ocupase el mismo volumen que la solución, y a la misma temperatura (en la escala absoluta). La ley de los gases sólo es válida para las presiones osmóticas en el caso de soluciones poco concentradas. De la misma manera que la ley de los gases $(PV = RT)$ deja de cumplirse con las presiones altas, no se cumple en el caso de la presión osmótica de soluciones muy concentradas.
Otra limitación de esas leyes es que sólo se refieren a disoluciones de sustancias que no se disocian en iones. Si la sustancia disuelta se disocia, la presión osmótica es más alta que la predicha, debido a que el número de partículas, en la disolución, es mayor que cuando las moléculas de la sustancia disuelta se han ionizado.
Por tanto, con la reserva de que las medidas deben realizarse con disoluciones diluidas y con sustancias que no se disocien, pueden practicarse como métodos para la determinación de pesos moleculares.



CRITERIO DE RAYLEIGH



(Izquierda) El brillo de las distintas partes de la imagen puede representarse en un gráfico. Hay una región de máximo brillo en el círculo central, seguida por mínimos y máximos en los anillos externos, oscuros y brillantes. (Derecha) De acuerdo con el criterio de Rayleigh, la resolución de dos puntos se considera conseguida cuando el máximo de brillo central de una imagen coincide con el primer mínimo de la otra.

Es imposible proyectar y construir un instrumento óptico perfecto. Siempre hay defectos en las piezas ópticas: lentes y espejos. El proyectista debe tenerlos en cuenta, procurando que sean mínimos. Los efectos de los inconvenientes más importantes de las lentes (aberraciones esférica y cromática) se han eliminado, en gran parte, en las piezas ópticas, que se fabrican de manera cuidadosa. Pero, incluso cuando se proyecta con todo el esmero posible un instrumento óptico de mucho precio, queda siempre un defecto fundamental, causado por las propiedades ondulatorias de la luz, que se presenta como resultado de la *difracción* (ruptura de los frentes de ondas luminosas, que crean imágenes de interferencia).

Todo esto repercute sobre el *poder de resolución*. Por ejemplo, si se están examinando dos pequeños puntos brillantes con un microscopio, ¿a qué distancia deben estar situados para que aparezcan como dos puntos separados, en vez de una sola imagen borrosa? Suponiendo que no hay aberraciones ni otros defectos ópticos en el sistema, el poder de resolución lo fija la difracción en las imágenes de los dos puntos.

La imagen se forma porque la luz que se emite en todas direcciones es recogida por las lentes del instrumento. Las lentes hacen convergir la luz, y reúnen en un solo punto de la imagen toda la que parte de un solo punto del objeto. Supongamos que el objeto está iluminado brillantemente, y es una mancha diminuta sobre un fondo oscuro. Ese punto origina trenes de ondas luminosas en todas direcciones, y cada *rayo* de luz forma una serie de *crestas* y *valles*. Algunas de estas ondas serán recogidas, por ejemplo, en la región central de la lente; otras, en el borde. La lente reúne todos esos rayos para formar la imagen del punto, y las ondas que pasan por las distintas partes deben llegar en fase; o sea, las crestas reforzando las crestas, y los valles reforzando los valles. Fuera de esa imagen de la mancha no debe haber luz, pues toda cresta de onda que llegue allí debe quedar anulada por un valle.

Ese es el ideal teórico, que nunca ocurre en la práctica. No todas las ondas luminosas que llegan al plano de la imagen, fuera de la mancha central, son eliminadas por otras ondas fuera de fase. Aparecen imágenes de difracción, con anillos alternos, oscuros y claros, que se forman en el exterior de la imagen central.

La existencia de esos anillos externos altera el poder de resolución del instrumento. Si se miran dos puntos con un instrumento, no aparecen como tales (separados) si están demasiado próximos.

Es interesante decir, de manera precisa, a qué distancia los objetos aparecen *resueltos* o separados distintamente por un instrumento, pues ésta es la medida del poder de resolución del instrumento. Lord Rayleigh sugirió un criterio arbitrario para ello. Según el *criterio de Rayleigh*, se dice que dos puntos están resueltos si el centro del disco brillante central coincide con el anillo oscuro que rodea el punto vecino. Si las imágenes de los puntos están más próximas, se dice que no están resueltas.

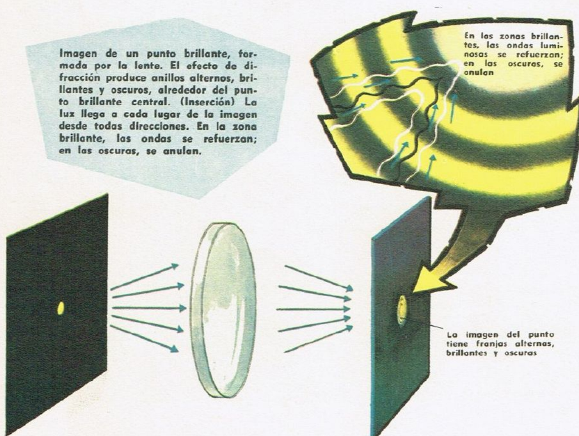


Imagen de un punto brillante, formada por la lente. El efecto de difracción produce anillos alternos, brillantes y oscuros, alrededor del punto brillante central. (Inserción) La luz llega a cada lugar de la imagen desde todas direcciones. En la zona brillante, las ondas se refuerzan; en las oscuras, se anulan.

En el diseño y fabricación de instrumentos ópticos hay cierto número de defectos que deben eliminarse. Con un diseño cuidadoso, pueden reducirse mucho dos de los más importantes: las "aberraciones". La aberración cromática se debe a que la lente enfoca en diferentes puntos la luz de diversos colores. El resultado es una imagen con franjas coloreadas. La aberración esférica se debe a que la luz recibida por los bordes de la lente queda enfocada a diferente distancia de la que pasa por el centro.

FUNCIÓN DE TRABAJO

Cuando se calienta un puchero con agua, las moléculas de ésta abandonan la superficie y pasan al aire que está sobre el líquido. Cuando se calienta un trozo de metal, hay electrones que abandonan la superficie y pasan al espacio que lo circunda. Este fenómeno se llama *emisión termoiónica*, y se observa en todas las válvulas y tubos de rayos catódicos.

Tanto las moléculas de agua como los electrones necesitan energía para alejarse de las superficies, puesto que, normalmente, están retenidos por fuerzas de atracción. Toda partícula ejerce una fuerza de atracción sobre sus vecinas. Esto es una consecuencia de la acción de la gravedad, y tiene lugar tanto en las moléculas de un líquido como en las de un sólido o en las de un gas, y también en las de un planeta y en las del Sol. Pero los electrones están, además, retenidos por una serie de potentes fuerzas eléctricas.

En un metal sólido, la enorme cantidad de núcleos cargados positivamente está rodeada por un número suficiente de electrones cargados negativamente, para que todas las cargas positivas queden neutralizadas. Si, por ejemplo, hubiera 10.000.000 de núcleos positivos, y cada uno llevara 65 unidades de cargas positivas, habría, además, 650.000.000 de electrones en ese fragmento de metal, para neutralizar el conjunto.

¿Qué ocurre cuando algunos electrones abandonan el metal como consecuencia del calor? Varias de las cargas positivas no son neutralizadas por los electrones, y el metal ya no es neutro, sino que está cargado positivamente. Una ley básica de la electricidad es que las cargas de distinto signo se atraen. Hay una fuerza de atracción sobre los electrones que se van, tendiendo a impedir su salida. La causa de esa fuerza es, simplemente, la presencia de las cargas positivas que quedan en el metal.

En los sólidos, este efecto se llama *efecto de imagen*, debido a que cada electrón que se marcha deja tras él una carga "imagen" de igual magnitud, pero de signo contrario.

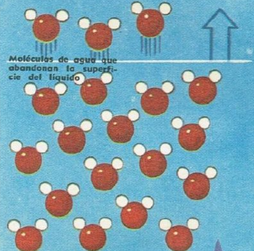
POZOS DE POTENCIAL EN LOS SÓLIDOS

Tanto las moléculas del agua como los electrones de un sólido están retenidos porque necesitan energía para marcharse. Esta situación se representa, a menudo, concibiendo los electrones como si estuvieran situados en un *pozo de potencial*. Aquéllos están en el fondo del pozo y deben ser subidos y sacados de él por la energía que reciben. Pero los electrones no llenan el pozo como lo haría el agua, y sólo pueden ocupar ciertas *bandas* de energía. En el cero absoluto de temperatura, los electrones ocupan sólo las bandas más bajas del pozo. Al aumentar la temperatura, reciben más energía y pasan a ocupar bandas más altas, situadas más arriba; al recibir todavía más energía, acaban saliendo del pozo y abandonándolo. De esa forma, se emiten algunos electrones, aunque el número real de los que salen es una proporción muy pequeña respecto al total de los que retiene el metal.

La cantidad de trabajo necesaria para sacar un electrón del pozo se llama *función de trabajo*. Cada sustancia tiene su propia función de trabajo. En las válvulas electrónicas, el cátodo está recubierto con una mezcla de sustancias de pequeña función de trabajo, de modo que, cuando se lo calienta, proporciona abundantes electrones.

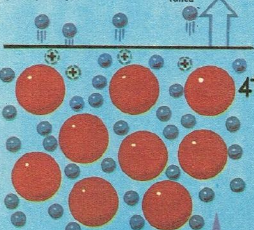
EMISIÓN SECUNDARIA Y FOTOELÉCTRICA

En los pozos, puede proporcionarse energía a los electrones por medio de ondas luminosas o de electrones que llegan a la superficie del metal. En las células fotoeléctricas se produce una corriente eléctrica al llegar las ondas luminosas al fotocátodo, que es un electrodo recubierto de una sustancia de pequeña función de trabajo. En la célula de un fotomultiplicador, un solo electrón choca con un electrodo (dínodo), revestido con un material de pequeña función de trabajo, y desprende más de un electrón. Los electrones desprendidos pasan a otro dínodo y desprenden un mayor número de electrones. Este proceso se repite muchas veces, y su resultado es que un solo electrón produce una avalancha de ellos. El desprendimiento de electrones, por efecto de un electrón que llega a la superficie, se llama "emisión secundaria".





Al calentar el agua, se proporciona energía suficiente a las moléculas para que abandonen la superficie del líquido.





Al ir calentando el metal, se proporciona energía suficiente a los electrones para que abandonen la superficie. Los electrones dejan tras ellos una "imagen" eléctrica positiva, que tiende a atraerlos hacia el metal.

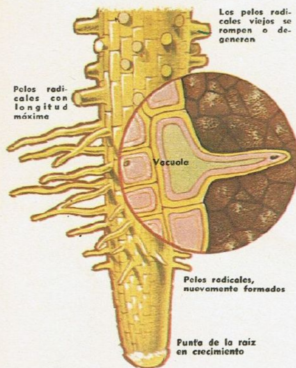


Los electrones del metal están retenidos en el pozo de potencial por las fuerzas de atracción. Si se les proporciona suficiente energía, pueden salir del pozo y abandonar el metal. El trabajo realizado al abandonar el pozo se llama "función de trabajo".

LOS TRICOMAS, PELOS DE LAS PLANTAS

Los tejidos internos de las plantas tienen la protección de una capa externa fuerte, llamada *epidermis.* Las células que forman parte de la epidermis son, generalmente, cortas y planas. Poseen paredes gruesas, impregnadas con sustancias grasas, de modo que resultan impermeables al agua. Además, están empaquetadas íntimamente, de forma que no dejan espacio para el paso de gases.

Algunas veces, las células de la epidermis crecen también hacia fuera, formando órganos llamados *tricomas.* La palabra *tricoma* viene de una raíz griega que quiere decir "pelo" y, de hecho, muchos de estos apéndices recuerdan los pelos de los mamíferos. Pero otros tricomas son pequeños y se presentan, simplemente, en forma de hinchazones, mientras que algunos tienen aspecto de escamas: por tanto, cualquier excrecencia epidérmica es un *tricoma.* La forma, tamaño y estructura de los tricomas dependen de su función, y sirven para la absorción, protección, soporte, dispersión de semillas o secreción.

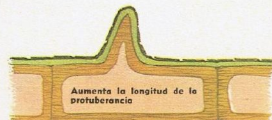


Los pelos radicales se desarrollan detrás de la punta de crecimiento de la raíz, aumentando la superficie por la que se absorbe agua.

TRICOMAS PARA LA ABSORCIÓN

Los tricomas que cubren las raíces de las plantas se llaman *pelos radicales* o *pelos absorbentes,* y su cometido es aumentar la superficie de absorción. Por lo general, los pelos son tubulares, y crecen directamente de las células epidérmicas de la raíz principal. Suelen tener una sola célula *(unicelulares),* y son de tamaño muy pequeño, alrededor de 5 a 20 micrones de diámetro y de 80 a 1.500 de longitud (un micrón equivale a la milésima parte de un milímetro). Sus paredes son muy finas, y la mayor parte de la cavidad interna está ocupada por una gran vacuola. El protoplasma vivo se concentra alrededor de las paredes de la célula. La vida de cada pelo es muy corta. La célula se retrae y el pelo se deshace. Pero, a medida que la raíz crece, se van desarrollando nuevos pelos cerca de la punta, y los viejos son remplazados continuamente. Se conocen casos en que los pelos siguen viviendo más tiempo, pero sus paredes se hacen más leñosas y ya no pueden absorber agua ni sales minerales del suelo.







Los pelos que cubren los órganos aéreos de las plantas (hojas y tallos) varían enormemente, tanto en aspecto y estructura como en número.



TRICOMAS PARA LA PROTECCIÓN

En muchas plantas, los tallos y las hojas están recubiertos de pelos. Hay una serie de términos botánicos para describir el grado de cobertura, desde *ciliosas* (con escasos pelos) hasta *lanosas* (completamente recubiertas con pelos largos). La cubierta de pelo retiene una capa de aire próxima a la superficie de la planta. Esta capa, no influida por las corrientes de aire, conserva la temperatura y la humedad. Las plantas que crecen en los climas fríos o en regiones expuestas a los efectos desecantes de la luz intensa o del viento suelen tener tallos y hojas cubiertos de pelos.

Los pelos constan, lo mismo que los de las raíces, de una sola célula, pero pueden llegar a tener varias, por la formación de paredes divisorias *(multicelulares)*. Los unicelulares o pluricelulares son simples o ramificados. Los multicelulares constan de una o varias filas de células.

En ciertos casos, los pelos viven poco. Si sólo son necesarios para proteger los órganos de la planta durante las primeras etapas, desaparecen luego. Algunos de los pelos más persistentes retienen clorofila y mantienen un color verde. Otros pierden su contenido vivo, y el espacio vacío interno queda relleno de aire. Esos pelos reflejan una gran cantidad de la luz que les llega, dando a la planta un aspecto blanquecino o brillante.

A veces, los tricomas se desarrollan en los pétalos de las flores. Son muy pequeños y realmente no se los puede llamar pelos, por lo que reciben el nombre de *papilas*. Dan a los pétalos un aspecto suave y aterciopelado, protegiéndolos de la humedad.

Otros tricomas se desarrollan en forma de escamas, y se llaman *pelos peltados*. Tienen forma de escudo y están unidos a la superficie de la planta por una prolongación corta. Con frecuencia, se encuentran en la cara inferior de las hojas, protegiendo los poros traspiratorios o *estomas*. También se desarrollan en algunas yemas jóvenes, a las que protegen de la desecación.

Generalmente, las paredes celulares de los tricomas están formadas por celulosa. Sin embargo, pueden lignificarse (volverse leñosas) o incluso hacerse rígidas por deposición de sílice (SiO_2) o de carbonato cálcico (CO_3Ca). Los pelos rígidos y afilados protegen la planta contra los animales trepadores pequeños, como las babosas y caracoles, y pueden también ayudarla a adherirse y trepar sobre las superficies cercanas. En algunas plantas trepadoras, los pelos suelen tener forma de gancho (por ejemplo, en el cuajaleche).

Algunos tipos muy eficaces de soportes para trepar son los aguijones de los rosales y zarzamoras. En sentido estricto, no son verdaderos pelos, ya que en su formación entran tanto células epidérmicas como corticales, que están debajo. En vez de tricomas, se llaman *emergencias*.

TRICOMAS PARA LA SECRECIÓN

Los pelos unicelulares o pluricelulares, o incluso los peltados en forma de escudo, pueden segregar sustancias. En su interior se forman compuestos químicos especiales, que, al quedar en libertad, realizan distintas funciones. Los tricomas secretores forman algunas de las glándulas más importantes del reino vegetal. Los pelos celulares más corrientes son multicelulares y constan de varias células, de las cuales unas forman la *base*, y otras, la *cabeza*. Las células realmente secretoras de esos órganos tienen grandes núcleos y protoplasma denso. En el interior de las células jóvenes pueden verse gotitas de secreción, pero, cuando han llegado a la madurez, el líquido se encuentra entre la pared de celulosa y la cutícula. Al romperse ésta, el líquido queda en libertad.

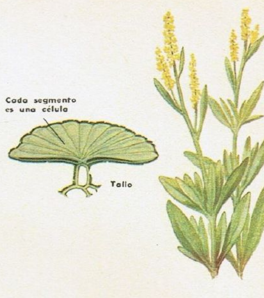
Las sustancias segregadas varían según las plantas (resinas, gomas, aceites volátiles, mucílago). A veces, los aceites son perfumados y dan a las plantas su característico aroma; por ejemplo, el espliego.

Un tipo muy especial de pelos glandulares son los *pelos urticantes*, cuyo representante más conocido se encuentra en la ortiga común. El pelo está formado por una célula secretora embebida en un vástago multicelular epidérmico. Las paredes de las células secretoras están reforzadas con calcita en la mitad inferior, y con sílice, en la superior. En el protoplasma vivo hay una gran vacuola, llena de un veneno químico complejo.

El pelo es muy ancho en la base, y va adelgazándose hacia la punta, donde se ensancha, formando una bolita. Si un animal toca el pelo, la punta se rompe por una línea de menor resistencia; la punta afilada del pelo urticante queda al descubierto y penetra fácilmente en la piel. La compresión sobre el vástago hace que el veneno encerrado en la parte principal de la célula secretora penetre en la herida. El veneno es una sustancia compleja, y se sabe que contiene *histamina* y *acetilcolina*. Al penetrar en la piel, produce una irritación, causando la hinchazón y el enrojecimiento de la epidermis.

Los pelos urticantes no son exclusivos de las ortigas. Unas cuantas plantas, pertenecientes a otras tres familias, los poseen también. Una planta urticante de la India, la *Tragia cannabina*, tiene como aguijón un cristal de oxalato cálcico. Al ser oprimida la célula por el contacto del animal que pasa, el cristal penetra en la piel y se rompe. El veneno entra en el animal por la herida.

A pesar de que los pelos difieren mucho en los detalles, su funcionamiento es muy parecido. Sin embargo, la toxicidad del veneno no varía. La ortiga del diablo u ortiga de la fiebre, de África Occidental, puede producir fiebre y, a veces, la muerte. El veneno es tan potente que se dice que incluso los elefantes evitan tocar esa planta.



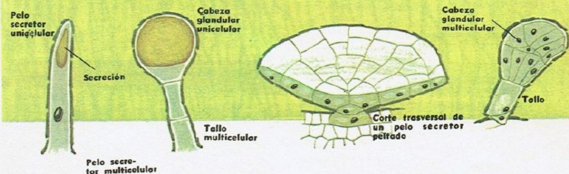
Corte trasversal de un pelo peltado en forma de escudo; al igual que otros pelos, puede dar a la planta una apariencia vellosa. (Derecha) Espino amarillo; sus hojas tienen pelos peltados.

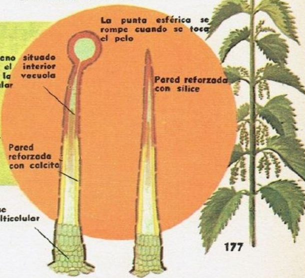


DISPERSIÓN DE SEMILLAS

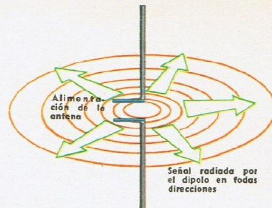
Las fibras de algodón son realmente tricomas. Esos tricomas, también conocidos como pelos de la semilla de algodón, son especialmente largos. A pesar de que cada pelo está formado por una célula, puede alargarse hasta tener cinco centímetros de longitud. Estos pelos se encuentran cubriendo las semillas de la planta del algodón, y su cometido es ayudar a dispersarlas. Muchas otras semillas están equipadas con pelos para la dispersión por el viento, como, por ejemplo, las del sauce y las del "Epilobium".

Los pelos vegetales forman parte de las glándulas más importantes de las plantas. Los pelos urticantes de la ortiga son órganos especiales secretores de veneno, que inyectan a los animales que los tocan. La punta de protección se rompe, dejando libre el aguijón del pelo urticante.

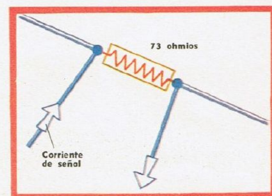




ANTENAS: RESISTENCIA DE RADIACIÓN



La resistencia de radiación es una medida de la energía que puede ser emitida por un dipolo de semi-onda, trabajando a su frecuencia de resonancia.



Una señal alterna de la frecuencia de la corriente no debe notar la discontinuidad en el centro del dipolo, o la terminación del circuito. Pasa a través del alambre exactamente igual que si hubiese una resistencia de 73 ohmios colocada en la discontinuidad.

Las antenas emisoras, en principio, son parecidas a las receptoras. Se basan en el *dipolo de semi-onda*, que es una pieza de metal conductor, con una longitud igual a la mitad de la longitud de onda de la señal trasmitida. El dipolo está dividido, en el centro, en dos partes, a cada una de las cuales llega un cable eléctrico.

La señal está dada en forma de *corriente alterna*. Los impulsos pueden trasferirse por el circuito, desde una mitad del dipolo, a través del conductor que tiene conectado, y, por el otro conductor, a la otra mitad del dipolo. La discontinuidad en el centro del dipolo, que detendría todo paso de corriente continua de una sola dirección, no impide que los impulsos alternos pasen oscilando por las mitades de la antena.

Pero, como en todos los circuitos de corriente alterna, el *ritmo* de los impulsos de corriente debe ser correcto para que fluya, oscilando, la máxima cantidad de corriente. Parte de un impulso que está disminuyendo y bajando en una antena puede eliminar la parte siguiente del impulso que sube. Sin embargo, cuando las mitades del dipolo tienen un cuarto de la longitud de onda, el ritmo es correcto. Se dice, entonces, que el circuito está *sintonizado*. Los impulsos, bajando y subiendo en la antena, se refuerzan unos a otros en todos los puntos. La corriente que pasa por la antena es máxima.

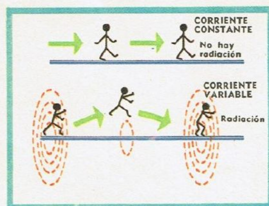
La señal puede ir a la antena con la misma facilidad que si en su extremo tuviese una resistencia de 73 ohmios, en vez de una antena de dipolo. La *resistencia de radiación*, de 73 ohmios, es prácticamente la misma para todos los dipolos de semi-onda.

Si en lugar del dipolo se colocase una resistencia de 73 ohmios, *disiparía la misma cantidad de energía que la antena radia al espacio*. La resistencia de radiación es una resistencia *equivalente*, no una resistencia física o real, y puede calcularse a partir de la potencia radiada por la antena y la corriente en su centro.

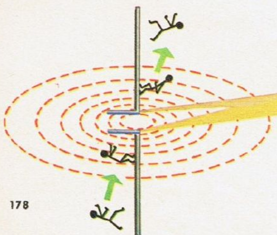
Cuando las corrientes cambian en los circuitos, parte de la energía de la corriente eléctrica se radia como *radiación electromagnética*. Una corriente continua que no varía, no radia. Hace falta una cierta aceleración en la corriente para que esto ocurra.

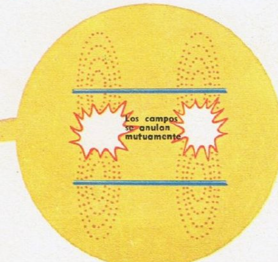
Las corrientes están experimentando una aceleración en los dos conductores que van a la antena trasmisora, pero no radian. La explicación es que estos dos cables son paralelos. Ambos tienden a radiar, pero las radiaciones son iguales y opuestas, y se anulan. Frecuentemente, se usan dos clases de conductores para las antenas. En una de ellas, los dos conductores están separados y son paralelos. La otra clase de corriente es un *cable coaxil*. En este caso, uno de los conductores rodea el otro, evitando que recoja señales indeseables del exterior.

El cable coaxil, unido a una antena de dipolo, equivale a una resistencia de unos 73 ohmios. Esto es lo que se llama su *impedancia característica*. Los cables coaxiles pueden hacerse con muchas impedancias características diferentes, pero la de 73 ohmios se usa con antenas de dipolo, porque corresponde a la resistencia de radiación de la antena. Esa es la condición para el máximo trasporte de potencia por el circuito.



Las corrientes constantes no radian energía, pero cuando varían, parte de su energía se radia. Los conductores paralelos que van a la antena tienden a radiar, pero las radiaciones se anulan mutuamente.





RAZONES Y PROPORCIONES

La serie de números 12, 24, 36, 48 tiene una propiedad importante en común con la serie 2, 4, 6, 8: 12 es 2 veces 6; 24 es 4 veces 6; 36 es 6 veces 6; 48 es 8 veces 6.

Los números de la primera serie son 6 veces mayores que los correspondientes de la segunda serie. Otra manera de expresar esto es: $\frac{12}{2} = 6$; $\frac{24}{4} = 6$, y así sucesivamente.

Esto es lo que se llama *razón* o *relación*: un número de una serie se compara con el número correspondiente de la otra. Si la razón de todos los pares de números que se corresponden en las dos series es la misma, se dice que las series son *proporcionales*.

En la vida real, hay muchos pares de cantidades que son proporcionales. Si se deja encendida una estufa eléctrica durante una hora, quizás el costo de electricidad que consuma sea tres pesos. En tal caso, al cabo de dos horas será 6 pesos.

El gasto de electricidad corresponde a una serie de números —3, 6, 9, 12—, y el tiempo en horas, a otra serie: 1, 2, 3, 4.

La razón $\frac{3}{1}$ es 3, la razón $\frac{6}{2}$ es 3, y así sucesivamente. Por tanto, las dos series de números son proporcionales. Es evidente que, si las dos cantidades son proporcionales, una de ellas será tanto mayor cuanto más grande sea la otra. Cuanto más tiempo se deje encendida la estufa, mayor será el costo de la electricidad consumida. El costo es proporcional al tiempo.

Otro ejemplo es el de un hombre caminando a una marcha constante de 4 kilómetros por hora. Si mantiene el mismo paso, la distancia recorrida será proporcional al tiempo. Al cabo de la primera hora habrá recorrido 4 kilómetros; al cabo de la segunda, 8, y así sucesivamente. Las dos cantidades —distancia y tiempo— corresponden a dos series de números:

distancia en kilómetros	4	8	12	16
tiempo total en horas	1	2	3	4

De nuevo, resulta obvio que la distancia es proporcional al tiempo. La razón de la distancia (en kilómetros) al tiempo total (en horas), para los términos correspondientes, es siempre la misma; en este ejemplo = 4.

Cuando se sabe que dos series son proporcionales, es fácil averiguar un término desconocido de una de ellas. Supongamos que el problema es determinar la distancia recorrida en 6 horas. Se puede plantear con símbolos matemáticos. La distancia desconocida se representa con la incógnita x.

X debe pertenecer a la serie de las distancias. Puede relacionarse con la serie de los tiempos por medio de una *ecuación*. Esos datos son suficientes para determinar x.

La razón $\frac{x}{6} = 4$

$x = 4 \times 6$ (multiplicando ambos miembros de la ecuación por 6)

$x = 24$

La respuesta del problema es: la distancia recorrida es 24 kilómetros.

Las propiedades de las series proporcionales pueden representarse de otra manera. Incrementos iguales entre los términos de una serie corresponden a incrementos iguales entre los términos de otra serie. En el ejemplo: 12, 24, 36, 48 — 1, 2, 3, 4, incrementos iguales de 12 unidades, en la primera serie, corresponden a incrementos iguales de una unidad en la segunda serie. Esta propiedad se comprende mejor cuando las dos series se representan en una gráfica.

LAS RAZONES Y LA LEY DE OHM

Si se aumenta el voltaje en un circuito eléctrico, aumenta la corriente eléctrica que pasa a través de él. En un experimento de este tipo se pueden obtener las siguientes series típicas de medidas:

voltaje	6	12	18	voltios
intensidad	1	2	3	amperios

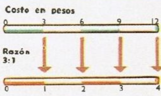
Las dos series son proporcionales.

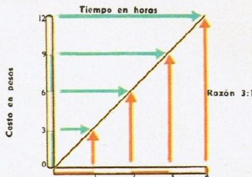
La razón $\frac{6}{1} = 6$. La razón $\frac{12}{2} = 6$.

La razón entre el voltaje y la intensidad de un circuito dado es constante. En electricidad, esta razón recibe un nombre completamente distinto: es la "resistencia eléctrica" del circuito, y se mide en ohmios. La resistencia hallada en este circuito es de 6 ohmios.

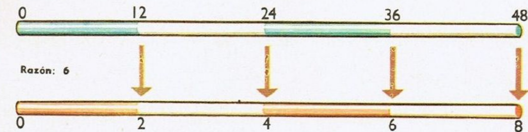
Con frecuencia, en las medidas eléctricas se conocen dos de las tres variables: intensidad, voltaje y resistencia. La tercera variable desconocida puede averiguarse por medio de una ecuación.





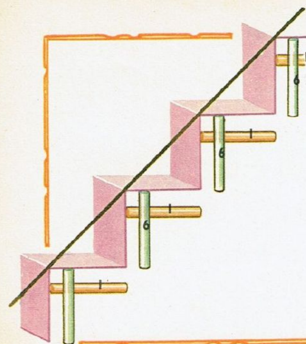


El costo del consumo de una estufa eléctrica es proporcional al tiempo durante el cual se mantiene encendida. Una línea de números representa los costos en pesos; la otra, el tiempo en horas. Aquí, la razón costo : tiempo es 3 : 1; o sea, el costo de la electricidad, por hora, es de 3 pesos. El costo del consumo en cualquier tiempo intermedio puede hallarse con la gráfica.



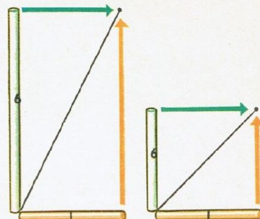
SERIES PROPORCIONALES Y RAZÓN CONSTANTE

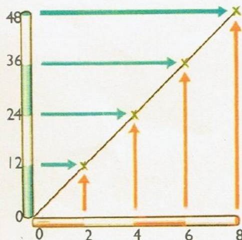
Si dos series de números son proporcionales, pueden ordenarse en dos líneas distintas de números, de modo que los de una serie se correspondan con los de la otra. La razón (número de la primera serie) : (número de la segunda serie) es constante.



SERIES PROPORCIONALES Y GRÁFICAS EN LÍNEA RECTA

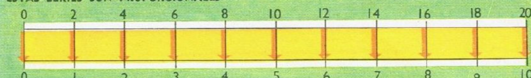
Partes iguales de la serie representada por la línea numerada horizontal corresponden a partes iguales de la representada por la línea vertical. La razón ordenada/abscisa es constante. Esta razón también se llama "gradiente" de la recta. (Derecha) La gran ventaja de las gráficas es que se puede observar si dos series son proporcionales, cualquiera que sea la escala escogida.
En uno de los diagramas, para trazar la línea vertical se han tomado 5 centímetros, con los que se representan 6 unidades. En el otro, la escala es de 2,5 centímetros, para representar también 6 unidades. Sin embargo, ambos dan la misma razón entre las series, 6:1.





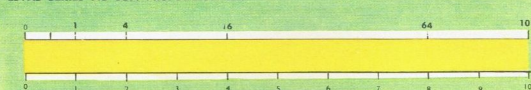
La forma usual de trazar la gráfica es mediante dos líneas que se corten en ángulo recto. En cada línea van escritos los números de una de las series. Las series proporcionales dan una línea recta en la gráfica.

ESTAS SERIES SON PROPORCIONALES



Las series proporcionales pueden ordenarse a lo largo de dos líneas numeradas (escogiendo escalas que se ajusten convenientemente), de manera que haya proporcionalidad a lo largo de la línea.
Razón (números naturales múltiplos de 2): (números naturales) es 2 : 1.

ESTAS SERIES NO SON PROPORCIONALES



La serie superior es de los cuadrados de los números naturales. La serie inferior es de los números naturales. La razón no es constante.

PROBLEMA 1

En un circuito eléctrico, la razón entre la diferencia de potencial (voltaje) y la intensidad de la corriente se llama "resistencia" eléctrica. Si en un circuito dado se sabe que la corriente es de 1 amperio cuando la diferencia de potencial es de 24 voltios, y de 2 amperios cuando la diferencia de potencial es de 48 voltios, ¿cuál es el valor de la intensidad cuando el voltaje es de 30 voltios?

La razón (voltaje : intensidad) es (24 : 1),

y esta razón es constante para ese circuito. Si la intensidad desconocida se simboliza por "x", la ecuación de las razones da:

$$\frac{30}{x} = \frac{24}{1}$$

Esta ecuación puede resolverse multiplicando ambos miembros por "x" y dividiendo por 24, para aislar "x" en uno de los miembros de la ecuación,

$$x = \frac{30}{24}$$

$$x = \frac{5}{4}$$

$$x = 1\tfrac{1}{4} \text{ o bien } 1{,}25$$

Respuesta al problema: cuando el voltaje es 30 voltios, la corriente es 1,25 amperios.

PROBLEMA 2

El volumen de un gas depende de su temperatura. Si el volumen de una cierta cantidad de gas es 100 cm^3. a 0°C, y 200 cm^3. a 273°C, ¿qué volumen tendrá esa cantidad de gas a 100°C? La presión es constante en todos esos casos. A presión constante, el volumen de un gas es proporcional a su "temperatura absoluta" (°A), o sea, su temperatura en °C más 273°. De esa manera, 0°C corresponden a 273°A; 273°C, a 546°A; 100°C, a 373°A.

La razón volumen/temperatura absoluta es 100/273 y, a presión constante, para la misma cantidad de gas, esa razón es siempre idéntica. Si el volumen desconocido se representa por "x", la ecuación es:

$$\frac{x}{373} = \frac{100}{273}$$

$$x = \frac{100 \times 373}{273}$$

x = 136,6, aproximadamente.

Respuesta al problema: cuando la temperatura es de 100°C, el volumen es de 136,6 cm^3.

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

SIDERURGIA (I). EL ALTO HORNO

El hierro es un metal de primera necesidad, cuya producción (o su consumo) constituye uno de los índices que expresan el nivel industrial de las naciones y, por tanto, la prosperidad de sus economías. Otros índices pueden ser la producción de ácido sulfúrico, y el consumo de combustibles y lubricantes.

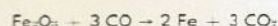
El hierro no se encuentra libre en la naturaleza. Sin embargo, es abundante en forma de compuestos, principalmente óxidos, carbonatos y sulfuros, como la **hematites** (Fe_2O_3), la **limonita** ($Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$), la **magnetita** (Fe_3O_4), la **siderita** (CO_3Fe) y la **pirita** (S_2Fe). Las menas de hierro más importantes son las de óxidos, que para ser explotables han de tener una riqueza en hierro del 50 al 60 %, aunque los más modernos procedimientos pueden utilizar menas más pobres. Los carbonatos de hierro también sirven para obtener el metal, pero no los sulfuros, a causa de sus impurezas; estos últimos compuestos sirven para la fabricación del ácido sulfúrico, es decir, se extrae su contenido de azufre.

Se denominan **productos siderúrgicos** los que proporciona la industria del hierro, principalmente la **fundición** o hierro colado, el **hierro dulce** y el **acero**.

La fundición se obtiene mediante el alto horno; el proceso es, en esencia, una reducción de los óxidos de hierro por el carbón y por el monóxido de carbono (CO) del coque; además, se agregan fundentes, para que se formen escorias con algunas impurezas de la mena; las escorias flotan sobre el hierro fundido, lo que permite separar éste mediante descargas por la parte inferior del horno.

Según se puede apreciar en la figura, el alto horno consta de las partes siguientes: tragante, zona de carga, vientre y crisol, en las que se verifican diversas reacciones químicas y que, por ello, definen varias zonas.

Por la boca de carga o tragante ingresan la mena, el fundente —esencialmente, carbonato cálcico— y el carbón (coque). Este conjunto pasa por una **zona de evaporación,** donde los gases a 300° C, que proceden de zonas inferiores, determinan la eliminación de la humedad; a continuación, ingresa en la **zona de reducción parcial de los óxidos de hierro;** aquí se verifican las siguientes reacciones:

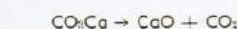


$$Fe_2O_3 + 3\,CO \rightarrow 2\,Fe + 3\,CO_2$$



$$Fe_2O_3 + 3\,C \rightarrow 2\,Fe + 3\,CO$$

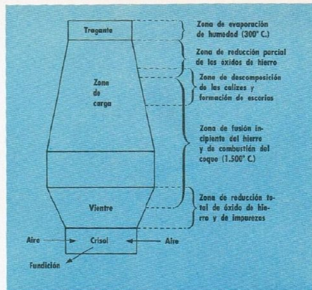
Seguidamente, se encuentra la **zona de descomposición de la caliza (fundente) y de formación de escoria;** en ella, el carbonato cálcico se descompone para dar anhídrido carbónico (CO_2) y cal (CaO); esta última se combina de inmediato con la sílice y la alúmina de las impurezas de la mena, para formar silicatos complejos, que constituyen la escoria. Es decir:



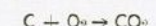
$$CO_3Ca \rightarrow CaO + CO_2$$



$$CaO + SiO_2 + Al_2O_3 \rightarrow \text{Silicatos}$$



Después empieza la **zona de fusión del hierro (1.500° C) y de combustión del coque;** allí se forman monóxido de carbono y anhídrido carbónico, a partir del carbón:



$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$



$$CO_2 + C \rightarrow 2\,CO$$

Por último, hay que considerar la **zona de reducción total de los óxidos de hierro y de saturación de carbón;** en esta parte se verifica también alguna reducción de las impurezas de la mena (manganeso, silicio, fósforo, etc.), que pasan al hierro fundido, el cual, además, se satura de carbón; las reacciones que experimentan las impurezas son las siguientes:



$$MnO_2 + 2\,C \rightarrow Mn + 2\,CO$$



$$SiO_2 + 2\,C \rightarrow Si + 2\,CO$$



$$2\,P_2O_5 + 10\,C \rightarrow P_4 + 10\,CO$$

El hierro fundido cae finalmente al crisol, de donde se extrae mediante oportunas descargas. Por la parte inferior del horno se insufla aire a presión, necesario para los procesos de combustión.

Las zonas explicadas no se encuentran exactamente una a continuación de otra, sino que se sobreponen parcialmente, como se indica en la figura.

Todo el proceso en el alto horno es continuo, de manera que se va introduciendo la carga, y por la parte inferior se obtiene el hierro colado, que contiene carbono, fósforo, silicio, manganeso y otros productos. El contenido en carbono de la fundición le confiere una gran dureza, pero también una relativa fragilidad y una maleabilidad nula.



CORREO DE LECTORES

A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.

Por eso, esta ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, que en un principio se había programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.

Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de TECNIRAMA, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la busqueda y consulta de cualquier artículo.

PODER CALORÍFICO DEL GAS BUTANO

Desearía conocer qué costo presupone hervir un litro de leche con supergas. — F.B.

Probablemente, su confusión radica en la distinción entre **calorías** (pequeñas) y **Calorías** (grandes) o **kilocalorías;** una Caloría (kilocaloría) equivale a 1.000 calorías pequeñas.

Entonces, el poder calorífico de la mezcla metano-butano (normalmente, se trata de propano-butano) sería de 11.000 kilocalorías por Kg., es decir, de 11.000.000 de calorías por Kg., y no 11.000 calorías, como usted supone.

Veamos ahora qué consumo de gas se precisa para hervir un litro de leche desde la temperatura ambiente (10° C, por ejemplo) hasta unos 100° C; para simplificar el problema, suponemos, como usted sugiere, que se trata del agua.

Para subir un gramo de agua a 90° C se precisan 90 calorías.

Para subir 1.000 gramos de agua a 90° C se precisarán 90.000 calorías.

Como cada Kg. de gas proporciona 11 millones de calorías, para hervir el agua se necesitarán 0,0081 Kg. de gas, es decir, 8,1 g. Las bombonas, garrafas o tubos de gas para uso doméstico suelen contener unos 12 Kg. de butano. Por tanto, con el gas de una garrafa tiene para hervir cerca de 1.500 litros de leche.

En consecuencia, no le extrañe que una garrafa dure en nuestros hogares más de un mes.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

El costo del gas butano suele variar de unos países a otros; puede aceptarse la media de unos 2 dólares (120 pts. o 340 pesos) por garrafa de 12 Kg. Por tanto, supuestos correctos los datos anteriores, hervir un litro de leche le importará unos 23 centavos de peso (unos 8 céntimos de peseta).

CALOR DE DISOLUCIÓN

¿Se conoce alguna sustancia que, al disolverla en agua, haga disminuir su temperatura hasta cero grados? J. M. V.
Teóricamente, existen compuestos que se comportan de la manera a que usted se refiere. Por lo general, cuando una sustancia se disuelve en el agua, desprende calor (**calor de disolución**) y el líquido se calienta; pero también existen numerosas excepciones a esta regla, es decir, sustancias con **calor de disolución negativo** y que, por tanto, quitan calor del agua al disolverse, y el líquido se enfría. A continuación, relacionamos en una tabla las sustancias más eficaces en este sentido; hemos seleccionado aquellos compuestos con calor de disolución negativo superior a — 12 kilocalorías.

Sustancia	Calor de disolución (kilocalorías/mol)
Bromoplatinito	— 12,2
Cloropaladato potásico	— 15,1
Cloropaladito potásico	— 13,6
Cloroplatinito potásico	— 13,7
Bicromato potásico	— 17,44
Sulfato férrico-potásico	— 16,0
Ferrocianuro potásico	— 14,3
Cloruro mercúrico-potásico	— 15,0
Tetraoxalato potásico	— 15,8
Persulfato potásico	— 14,7
Selenuro potásico hidratado	— 20,3
Sulfocianato de rubidio	— 14,3
Bicromato de amonio	— 12,9

Sustancia	Calor de disolución (kilocalorías/mol)
Hidróxido de bario hidratado	— 14,5
Carbonato sódico hidratado	— 16,1
Cromato sódico hidratado	— 15,8
Fosfato trisódico hidratado	— 14,6
Selenuro sódico hidratado	— 22,0
Sulfato sódico hidratado	— 18,9
Sulfuro sódico hidratado	— 16,7
Hidróxido de estroncio hidratado	— 14,27

Muchas de estas sustancias son raras y costosas, pero algunas, como el sulfato sódico hidratado ($SO_4Na_2 \cdot 10\ H_2O$) o sal de Glauber, son más corrientes y con un elevado calor de disolución negativo. En el caso de este sulfato, un mol (322 gramos), al disolverse en agua, le quita casi 19 kilocalorías; supongamos que el volumen del agua es de 1 litro (1.000 gramos) y que está a una temperatura de 19 grados; como para bajar un grado de temperatura a un gramo de agua es necesario sustraerle una caloría, para bajar los 1.000 gramos de agua 19 grados será necesario robarle 19.000 calorías (19 kilocalorías); en suma, 322 gramos de sulfato sódico hidratado pueden poner un litro de agua de 19° a 0° C. Esto es en teoría, porque en la práctica existen otras limitaciones; el inconveniente mayor radica en la solubilidad del producto, porque la cantidad anterior de sulfato no puede disolverse en un litro de agua; la máxima cantidad de esta sal que se puede disolver en 1.000 cm^3 de agua es de 110 g., una tercera parte, más o menos, de la cantidad teóricamente necesaria para llegar a 0°. La solución a este problema es partir de un agua más fría, por ejemplo a 6° C, o utilizar otra sal de mayor solubilidad y de análogo calor de disolución negativo. En resumen, hay que trabajar con las dos variables: calor de disolución y solubilidad. Existen otras limitaciones —como la cantidad de disolvente (agua), que no puede ser cualquiera—, pero, a estos efectos, son de menor importancia.

Y PARA CONCLUIR...

LOS PRIMEROS ORGANISMOS

¿Cuándo empezó la vida en nuestro planeta? He aquí una pregunta difícil de contestar, porque, posiblemente, la primera criatura dotada de vida debió ser una célula, mejor dicho, un protoplasma con su núcleo, ya que la existencia de verdaderas células no tiene sentido hasta que no aparecen tejidos; tan sutiles microorganismos no se pueden fosilizar normalmente y, por tanto, no existe uno de los principales recursos con que cuenta el científico para establecer la época en que aparecen los seres, por la cronología de las rocas que encierran sus fósiles.
Sólo se han podido encontrar fósiles de organismos muy sencillos, o sus huellas, pero, desde luego, mucho más complejos que el de un simple protoplasma. Ellos constituyen los primeros signos de vida animada.
La Tierra empezó a formarse hace unos 4.000 millones de años. Los científicos dividen este tiempo en varias Eras Geológicas. Desde el principio hasta hace unos 2.000 millones de años trascurrió la Era Arqueozoica; desde los 2.000 millones hasta los 600 millones de años, la Era Proterozoica; a continuación, sucedió la Era Primaria o Paleozoica, que comprende los períodos cámbrico, silúrico, devónico, carbonífero y pérmico, por orden de antigüedad, y duró hasta hace unos 200 millones de años; después trascurrieron las Eras Mesozoica o Secundaria, Cenozoica o Terciaria, la Cuaternaria y los tiempos actuales, todas ellas de mucha menor duración que las Eras anteriores.
Pues bien, los fósiles más antiguos que se han encontrado proceden de las rocas pre-cámbricas, es decir, de la Era Proterozoica. Corresponden a dos tipos de algas, dos tipos de hongos y un tipo de flagelados: el yacimiento de tales fósiles es una masa caliza de Australia, cuya edad se calcula en cerca de 2.000 millones de años. En otras calizas de Montana (Estados Unidos), cuya edad se estima en 1.000 millones de años, han aparecido también restos confusos de algas y espículas fósiles, procedentes, según parece, de animales braquiópodos.
A rocas pre-cámbricas de diversas partes del mundo corresponden también fósiles de animales primitivos, poco diferenciados, que se encontraron últimamente. Así, de las cercanías del Gran Cañón del Colorado (Estados Unidos) proceden unas espículas de esponjas y la huella de un animal extraño, posiblemente emparentado con las medusas; en Finlandia se han hallado plantas fósiles, y en Francia (zona de la Bretaña), restos de radiolarios; en el África del Sur se encontraron "plumas de mar" (corales blandos) fosilizados y, recientemente, en 1947, la impronta de gusanos y de otros animales blandos hoy desconocidos, aún no clasificados satisfactoriamente.
Todos estos fósiles corresponden, como se ha explicado, a rocas pre-cámbricas, lo que echa por tierra las teorías, aún mantenidas por algunos paleontólogos, según las cuales la vida surgió en nuestro planeta en el período cámbrico, hace unos 550 millones de años. Ciertamente, los animales florecieron mucho antes; por lo menos, el error es de 1.000 millones de años, si no más.
A principios del cámbrico, período que nos ha legado numerosos fósiles, existían organismos muy complejos y avanzados (todos invertebrados marinos), como diversos moluscos y crustáceos, lo que constituye una razón más en apoyo de la existencia de organismos más simples en períodos anteriores.

PRECIOS DE VENTA (Rigen tambien para los números atrasados)

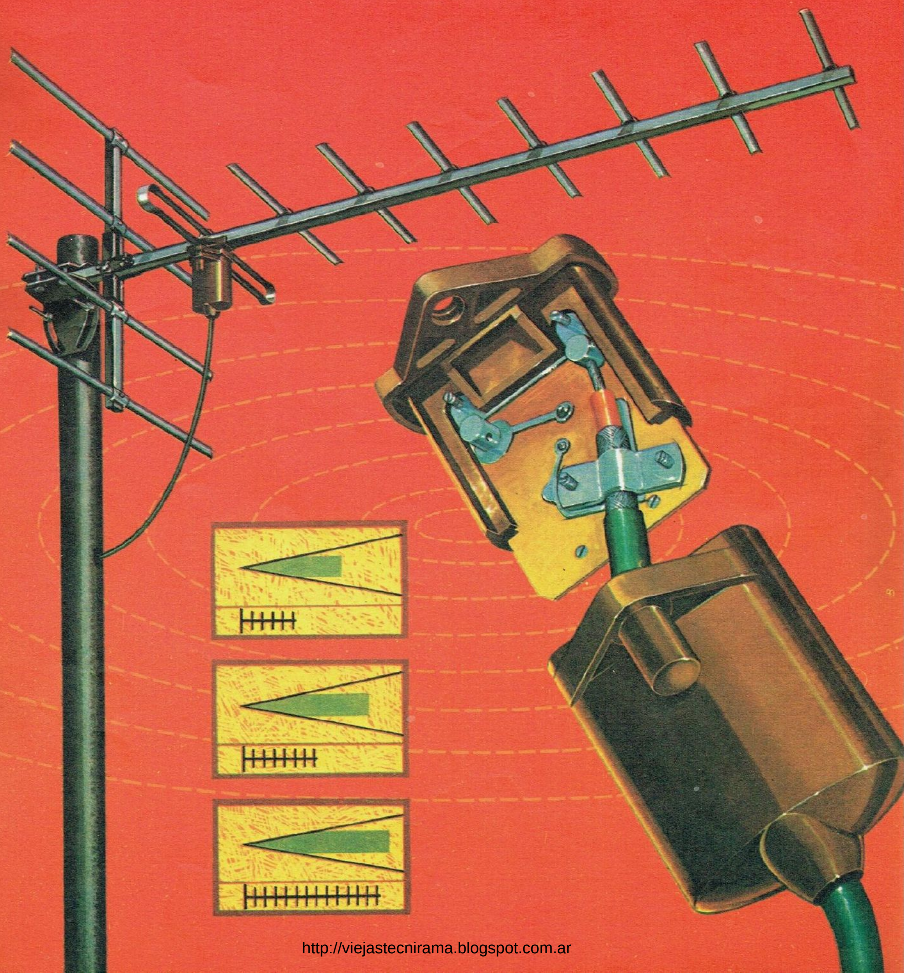
ARGENTINA,	Pesos	50.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

Aparece todas las semanas
* Distribución a partir del 14 de marzo de 1966.

Nº 127

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: S. SILVER (Univ. California), antenas. H. G. BOOKER (Cornell University), impedancia. A. X. SCHMIDT (The College of the City of New York), plásticos, un mundo hecho por el hombre. J. A. HYNEK (Northwestern University), paradoja de Olbers. D. V. MANNING (Institute of Technology, California), el hovercraft, vehículo sobre un colchón de aire. S. C. PRESCOTT (Massachusetts Institute of Technology), ¿puede producir la Tierra suficientes alimentos? R. V. CHURCHILL (Univ. Michigan), gráficos y ecuaciones. R. F. HARRINGTON (Syracuse University), amortiguación de las oscilaciones. E. JIMENO (Univ. Madrid), los electrones forman los enlaces. B. HAURWITZ (High Altitude Observatory, Univ. Colorado), medida de la humedad. L. U. DE SITTER (Univ. Leiden), formación de las cuevas. L. F. HATCH (Univ. Texas), ozono.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticos tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicado en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 127

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

ANTENAS. - Se muestra la antena inventada por el técnico japonés Yagi para "U. H. F.". (Derecha) Detalle de la conexión.

Correo Argentino Central B | TARIFA REDUCIDA | CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Control de las palomas urbanas. — Las palomas, a pesar de lo atractivas que resultan en algunos lugares, constituyen una plaga en las ciudades, que es necesario controlar estrictamente.

Dada la natural repugnancia de los ciudadanos a que sean exterminadas violentamente —mediante venenos, trampas, etc.—, las autoridades municipales se preocupan de encontrar un medio más humano para limitar el número de aves a sus justas proporciones.

Desde hace años, se intenta administrar contraceptivos a las palomas, para anular o reducir su tremenda capacidad reproductora. Esta idea, fácil y simple en teoría, ha tropezado en la práctica con numerosas dificultades, puesto que todos los productos que normalmente inhiben la ovulación en la mujer o en los animales superiores son ineficaces por completo en las palomas, incluso a dosis masivas muy cercanas a las letales. En unos casos, la sustancia no llega a atravesar la pared intestinal, y en otros, aunque ingresa en el torrente circulatorio, la paloma pone a punto mecanismos destoxificadores que escinden la molécula del contraceptivo y la trasforman en otras inocuas.

El profesor Elder, de la Universidad de Misuri, recibió hace seis años el encargo de estudiar este problema y sólo ahora ha podido encontrar soluciones eficaces. Durante estos seis años experimentó multitud de productos prometedores: gametocidas, para trastornar los cromosomas de las células sexuales de los machos; tranquilizantes, para reducir el tono de los animales y atenuar el celo; inhibidores del tiroides y de la pituitaria, para limitar las secreciones de las glándulas sexuales; ciertos fungicidas, insecticidas y coccidiostáticos, de los que se conocen propiedades contraceptivas secundarias. Ninguno proporcionó resultados satisfactorios.

Por último, ensayó agentes anticolesterina, que se mostraron excelentes y directos inhibidores de la ovulación de las palomas. El mejor de ellos, dihidroclorhidrato de diazocolestanol, se mezcla con el pienso al 0,1 % durante 10 días, y proporciona la esterilidad completa de las hembras por un lapso de 3 - 4 meses; durante otros tres meses más, la capacidad reproductora de las palomas queda reducida al 25 % de la normal.



NOTICIAS DE MAÑANA

El competidor soviético del "Concorde". — No sólo son los estadounidenses quienes quieren disputar a británicos y franceses la primacía en los grandes y rápidos aviones de pasajeros. Los soviéticos, que nos tienen acostumbrados a frecuentes y sorprendentes realizaciones de la técnica aeronáutica, acaban de anunciar el lanzamiento comercial, en un futuro muy próximo (1970), de una nueva aeronave supersónica, que alcanzará una velocidad de 2,4 Mach. Se trata de un "Tupolev" (Tu-144) que superará al "Concorde" en un 10 %, pero cuyas restantes características serán muy semejantes.

La línea del Tu-144 sigue un diseño parecido al del "Concorde" con alas ojivales, pues se ha demostrado que, para volar indistintamente a velocidades subsónicas o supersónicas, son más apropiadas que las alas en delta. La capacidad de trasporte de pasajeros es también parecida en ambos modelos: 121 en el Tu-144 y 132 en el "Concorde"; la autonomía es la misma, 6.500 kilómetros, y también igual la disposición de los cuatro motores.

Las analogías de los dos aviones se cumplen también para los materiales, puesto que en ambos se utilizarán, fundamentalmente, aleaciones convencionales de aluminio, reservándose las aleaciones de titanio y de acero para las "zonas calientes". En el modelo estadounidense de Boeing, que alcanzará 3 Mach, se utilizan mucho más las aleaciones de titanio.

Los primeros vuelos de prueba del "Tupolev" se realizarán en el año 1968, antes que los del "Concorde", y, si dan el resultado esperado, se iniciará su fabricación en serie en 1970.

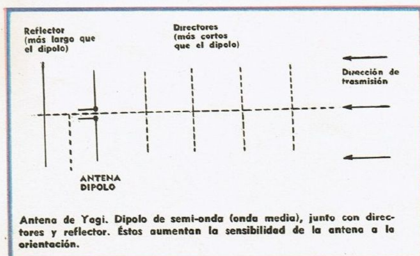
Dentro de la inquietud que proporciona un nuevo competidor, los ingenieros franco-británicos se muestran satisfechos, porque el modelo soviético confirma en sentido favorable las decisiones técnicas tomadas por ellos respecto al "Concorde".

ANTENAS

Las ondas que trasportan por el aire los programas de radio y televisión son similares a las luminosas. Ambas son formas de *radiación electromagnética* y se propagan a la misma velocidad (la velocidad de la luz). La única diferencia entre las ondas de radio y las luminosas es su longitud, que en las de radio y televisión puede variar de algunos kilómetros a pocos centímetros, y en las ondas luminosas es del orden de cienmilésimas de centímetro.
Cuando los rayos luminosos penetran en el ojo humano, se inducen diminutas corrientes eléctricas en las partes sensibles, corrientes que se trasmiten al cerebro, para su interpretación. De manera análoga, cuando las ondas de radio o televisión llegan a una antena receptora, las corrientes eléctricas inducidas van y vienen por la antena. Un cable eléctrico conduce las señales de corriente al borne o conexión de entrada de la antena del receptor de radio o televisión, para que se amplifiquen, interpreten y trasformen en señales de sonido o visión.
Si la luz es débil, la pupila se abre para permitir que aquélla alcance una mayor zona del ojo, y, cuanto más grande es ésta, mayor es la señal inducida. Lo mismo sucede con la mayoría de los tipos de antenas, aunque, con frecuencia, son importantes otros factores distintos.
Hay una variedad infinita de formas y tamaños de antenas; su diseño depende de sus funciones trasmisoras o receptoras, y de la longitud de onda de la señal. El diseño de una antena trasmisora depende también del alcance, y el de una receptora, de la intensidad de las ondas que recibe. También están influidas por su emplazamiento.

ANTENAS RECEPTORAS

En los receptores de radio se emplean distintos tipos de antenas. En los coches suelen utilizarse antenas telescópicas, formadas por una varilla metálica. Las radios de transistores portátiles suelen llevar antenas hechas con una *varilla de ferrita* en el interior de la caja del aparato (la ferrita es una sustancia con propiedades magnéticas intensas). Sobre esta varilla de ferrita va arrollada una bobina de hilo, que capta las señales concentradas por aquélla. Otro tipo de antenas para recibir ondas medias o largas está formado por cables largos, tendidos entre dos postes.
En condiciones ideales, el largo del hilo debería ser la mitad o la cuarta parte de la longitud de onda recibida, pero las ondas largas son del orden de 2.000 metros, y las ondas medias, de unos 400 metros, por lo que no resulta práctico montar antenas con sus dimensiones adecuadas. Además, no puede cambiarse la longitud de la antena cada vez que se sintoniza una emisora diferente. En las antenas *trasmisoras* de largo alcance es necesario emplear un hilo muy largo, de un cuarto o media longitud de onda, para conseguir radiar la máxima cantidad de energía. Sin embargo, para recibir ondas de longitudes largas o medias, si la señal es fuerte no resulta muy importante una relación exacta entre la longitud de la antena y la de la onda, y cualquier longitud del hilo es adecuada.
A ello se debe que la antena corta de un coche pueda captar eficazmente ondas largas, y se emplea una sola varilla porque es capaz de recoger señales procedentes de todas direcciones. En contraposición, la varilla de ferrita de las antenas de los transistores portátiles es *direccional*, y capta el máximo de señal sólo en ciertas direcciones. Cuando la varilla forma ángulo recto con la dirección de trasmisión, las espiras de hilo arrolladas sobre ella captan el máximo de señal; cuando se encuentra alineada en la misma dirección, la señal recibida es muy débil. Si el transistor no tiene una antena externa para todas las direcciones, la señal cambia de intensidad al variar la dirección del coche.
La antena de varilla de ferrita es un perfeccionamiento de las antiguas antenas de *cuadro* —utilizadas en los primeros tiempos de la radio—, que estaban formadas por grandes bobinas rectangulares. Las dimensiones de la bobina se pueden reducir mucho cuando ésta va arrollada sobre una varilla de ferrita, porque este material tiene la propiedad de concentrar las ondas electromagnéticas.

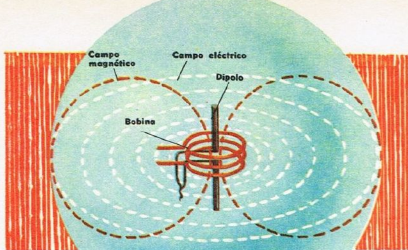


Antena de Yagi. Dipolo de semi-onda (onda media), junto con directores y reflector. Éstos aumentan la sensibilidad de la antena a la orientación.

TRASMISORES DE TELEVISIÓN

Las antenas, en sí, son conjuntos de dipolos ordenados, situados cerca del extremo superior de una alta torre. Deben ser altas porque, a las frecuencias emitidas por la televisión, casi toda la energía radiada está en un "espacio de ondas" enfocado al horizonte. Una antena alta cubre una zona más extensa.
Cuando la antena trasmisora se instala, los dipolos se ajustan, primero, de forma que el rayo principal se dirija al horizonte: el área límite en que la señal es más débil. A continuación, se ajusta la "fase" de las señales para "dar forma" a los rayos, de modo que una señal potente se curve hacia abajo para servir las áreas más próximas. Las ondas que se extienden desde algunas de las antenas dipolo están "fuera de fase" (o no marchan a compás) con las ondas emitidas por otras antenas. Debido a que las ondas tienen diferente fase se interfieren entre sí, para "dar forma" al rayo o haz.





Un trozo de hilo o una bobina de hilo radian ondas electromagnéticas. La misma longitud de hilo o la misma bobina pueden recibirlas. Las bobinas o trozos de hilo se emplean en las antenas.

ANTENAS DE TELEVISIÓN

Las emisoras de televisión emplean longitudes de onda mucho más cortas que las de radio. Las ondas más cortas presentan frecuencia más elevadas, y es corriente describir este tipo de ondas en términos de su *frecuencia* (número de oscilaciones completas de la onda por segundo), y no por su longitud de onda. Las frecuencias de las señales de televisión van desde 45 millones hasta 900 millones de ciclos por segundo. Sus longitudes de onda varían desde 30 centímetros hasta 6 metros.

Con estas altas frecuencias se hace más importante (y más practicable) relacionar la longitud de la antena con la de la onda. Las señales de televisión tienen menor alcance debido a que tienden a sufrir perturbaciones —absorberse o reflejarse— en los obstáculos que encuentran en su camino. Como consecuencia, las antenas para recibir programas de televisión deben ser más eficaces. Sus tamaños varían desde 3 metros a 15 centímetros, y su longitud es la mitad de la longitud de onda que reciben. Casi todas las antenas de televisión se montan según el tipo básico más generalizado, el *dipolo de semi-onda (onda media)*. Desde un punto de vista eléctrico, es la antena más sencilla. Está dividida, por su punto medio, en dos secciones de un cuarto de longitud de onda, y los hilos que conducen al receptor se conectan a estos puntos medios. Las corrientes eléctricas inducidas por las ondas electromagnéticas, que barren la antena, van y vienen por ella en simpatía con las ondas. La antena *resuena* con la señal, de la misma forma que una fina copa de vidrio vibra con una frecuencia determinada de una nota musical: cuando las ondas sonoras de dicha frecuencia alcanzan el cristal, éste empieza a vibrar violentamente, a la misma frecuencia de resonancia. El vaso "canta" la nota, y puede llegar a romperse.

Un dipolo de semi-onda capta notas en todas las direcciones. Sin embargo, las señales de televisión vienen sólo en la dirección en que se emiten. Para que una antena de televisión sea direccional (y rechace las señales que llegan de otras direcciones), es necesario agregar componentes extra que aumenten su eficacia; estos componentes se llaman *elementos parásitos*. Casi todas las antenas de televisión tienen uno o más de ellos, los cuales fueron inventados por un ingeniero japonés llamado Yagi, en 1930. Descubrió que otra varilla de metal paralela al dipolo de la antena, y ligeramente más larga que él, refleja parte de la señal hacia el dipolo. También impide que la señal procedente de la dirección opuesta alcance la antena. Este elemento se denomina *reflector* y aumenta la intensidad de la señal captada que viene hacia la antena, por lo que ésta puede recibir señales más débiles.

En la actualidad, la versión más sencilla de la antena de Yagi es la conocida antena en "H".

Yagi también probó colocar elementos parásitos delante de la antena dipolo. Para que mejoren el funcionamiento de la antena deben ser ligeramente *más cortos* que el dipolo. Dirigen la señal hacia éste, y por ello se llaman *directores;* las antenas equipadas con varios directores se emplean en las zonas límites, para la recepción de señales de televisión de muy alta frecuencia *(U.H.F.)*, ya que pueden captar señales débiles y reciben con menor intensidad "ecos" indeseables procedentes de edificios altos y colinas, así como señales de interferencias que alcanzan la antena desde otras direcciones.

BANDAS DE TELEVISIÓN

La mayoría de las antenas no responden a una sola frecuencia, sino a una *banda* de frecuencias. En algunas antenas de televisión, en especial las destinadas a frecuencias ultraelevadas *(U.H.F.)*, la banda debe cubrir, como mínimo, 8 millones de ciclos por segundo, ya que este es el ancho necesario para radiar un programa. Para recibir dos programas con bandas de frecuencia similares se requiere un ancho de banda todavía mayor. Un solo dipolo no basta para recibir todos los programas de televisión, ya que no es posible construir una antena dipolo con el ancho de banda adecuado para captar todas las frecuencias posibles. En los países donde hay gran variedad de programas se emplean antenas compuestas para distintos anchos de banda, que, en algunos casos, son giratorias, para orientarlas en la dirección de la emisora.

Para conseguir anchos de banda todavía mayores se emplean antenas de aspecto más sólido. Pueden estar formadas por conos o piezas curvas metálicas, y sus dimensiones dependen de las longitudes de onda de *U.H.F.* empleadas.

TRASMISORES DE RADIO

Las antenas trasmisoras deben estar diseñadas para radiar la mayor parte de la energía de la señal, y es importante que su longitud sea la mitad o un cuarto de la longitud de la onda (o un múltiplo de ella). La antena de semi-onda está dividida, por su centro, en dos porciones de un cuarto de onda. Puede tener una altura de 300 metros. Cuando se utiliza una antena de un cuarto de onda, la tierra situada bajo la antena (que conduce la electricidad en cierta medida) actúa como otra pieza de un cuarto de onda. Frecuentemente, en el terreno donde se alza la antena se introduce una barra de cobre o una red de alambres, para mejorar la conductividad.

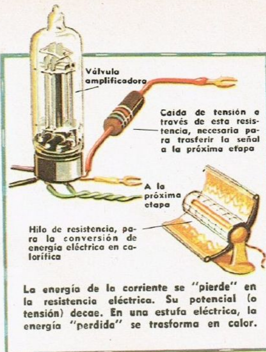
REGIÓN DE LAS MICROONDAS

Las ondas de mayor frecuencia y menor longitud que las de *U.H.F.* se llaman *microondas*. Las utiliza el *radar*, y en el futuro se usarán en las comunicaciones a larga distancia, a través de los satélites artificiales. Su frecuencia se va aproximando a la de las ondas luminosas y, como es lógico, se comportan cada vez más como ellas. Algunas antenas de microondas parecen antenas ópticas, es decir, telescopios.

Las microondas se reflejan como las ondas luminosas. Los radiotelescopios están formados por una antena de microondas, donde se recoge la señal que llega, reflejándose, mediante un gigantesco espejo curvo, sobre el *foco*, donde está emplazada una antena dipolo. De esta forma, la antena recoge y concentra las ondas que inciden en una amplia zona. Esto es necesario, ya que las señales de microondas suelen ser muy débiles, tal como un eco de radar procedente de un objeto distante.

Antenas receptoras de radio: la antena de radio de los coches recibe en todas direcciones. (Centro) La antena de barra de ferrita de un aparato transistorizado es direccional. (Derecha) Un alambre estirado entre dos postes y aislado forma una buena antena.





La energía de la corriente se "pierde" en la resistencia eléctrica. Su potencial (o tensión) decae. En una estufa eléctrica, la energía "perdida" se trasforma en calor.

IMPEDANCIA

En un circuito, cualquier tipo de oposición a una corriente eléctrica se llama *impedancia*. Las *resistencias* eléctricas son sólo uno de los tres tipos de impedancia; los otros dos son las *bobinas de inducción* y los *capacitores* (placas conductoras separadas por una fina capa aislante). De ellos, sólo las resistencias son una forma de impedancia que disipa energía. Los electrones trasfieren parte de su energía a los átomos fijos que forman el hilo de la resistencia, energía que no pueden volver a recuperar y que se irradia en forma de calor. Por supuesto, esta energía no se desaprovecha si lo que se desea es producir calor, como sucede en una estufa o un calentador eléctricos, donde los elementos de calefacción son resistencias eléctricas.

En las otras dos formas de impedancia, la corriente eléctrica consume parte de su energía para vencer la impedancia, pero esta energía se conserva de modo que puede ser recuperada directamente por la corriente eléctrica. En un capacitor, la energía se almacena en un campo eléctrico, y en una inductancia, en un campo magnético. Al desaparecer estos campos, su energía se puede trasferir de nuevo a la corriente.

La resistencia pura es la misma si la corriente es de una sola dirección (corriente continua) o un flujo oscilante (corriente alterna). Pero la impedancia de los capacitores y las inductancias se aplica más a las corrientes alternas que a las continuas. La única impedancia ofrecida por una inductancia a la corriente continua es su propia resistencia, pues ningún componente de un circuito puede estar completamente libre de resistencia. Todas las corrientes eléctricas están rodeadas de campos magnéticos, pero, si la corriente es continua, el campo es constante y no resulta necesaria ninguna energía adicional de la corriente para mantenerlo.

Sin embargo, si la corriente varía, el campo también lo hace. Durante parte del ciclo de la corriente alterna, el campo crece hasta un máximo y, a continuación, disminuye hasta anularse, a medida que la corriente decrece a cero y comienza a fluir en dirección opuesta. El campo, a su vez, crece y se anula en dirección contraria. Cada vez que el campo se forma, la corriente trasfiere parte de su energía al campo magnético. Cuando el campo se anula, la energía vuelve a la corriente. Esta forma de impedancia, que también se conoce como *reactancia inductiva*, aumenta con la velocidad de cambio de la corriente y es proporcional a la *frecuencia* de la corriente alterna.

Los capacitores presentan una impedancia infinitamente grande a la corriente continua, pero no ofrecen una *resistencia* infinitamente grande, ya que ello significaría que el capacitor emplea toda la energía eléctrica que se le suministra. Las cargas eléctricas se acumulan a ambos lados del capacitor, y aparece un campo eléctrico en el espacio entre las placas. Una corriente continua no se puede trasferir de una placa a otra, y por ello se dice que su impedancia es *infinita* a las corrientes continuas.

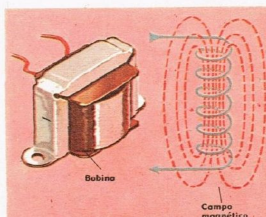
Cuando la corriente cambia, las cargas, en uno de los lados de la discontinuidad, también lo hacen. El campo se altera y, al actuar como enlace entre ambas placas, altera la carga sobre la placa. Las cargas eléctricas van y vienen de una placa a otra. Cuanto mayor es la frecuencia de la corriente, más facilidad encuentran las variaciones a un lado de la discontinuidad para pasar al otro. La impedancia decrece al aumentar la frecuencia, y esta impedancia de un capacitor se llama *reactancia capacitativa*.

Esta propiedad de impedir el paso de la corriente continua, mientras permite circular la corriente alterna, se emplea en todos los circuitos electrónicos.

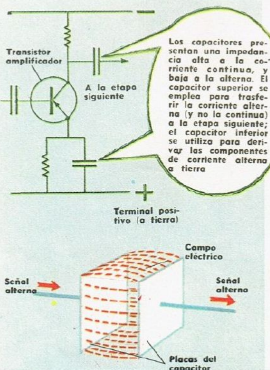
IMPEDANCIA REAL E IMAGINARIA

Es imposible fabricar inductancias sin resistencia o capacitores sin una pequeña resistencia de fuga entre las placas. Por otra parte, todas las resistencias bobinadas presentan cierta inductancia y capacitancia, por lo que la impedancia de cualquier componente eléctrico es, generalmente, una mezcla compleja de los tres tipos citados.

La parte *real* de una impedancia es la que provoca una trasformación irreversible de energía eléctrica en calorífica. Las otras partes de la impedancia se llaman *imaginarias*, porque no producen un consumo real de la energía en juego.



Las inductancias se emplean para aislar la corriente rectificada. Presentan una impedancia elevada a la corriente alterna, y baja a la corriente continua.



En un capacitor, la corriente eléctrica se almacena temporalmente como energía del campo eléctrico.

PLÁSTICOS,

UN MUNDO HECHO POR EL HOMBRE

Flexible, ligero, tenaz, irrompible, a prueba de agua y productos químicos; éstas son algunas propiedades del *politeno* (polietileno), uno de los plásticos mejor conocidos y más usados en la actualidad. Teñido en diversos colores, el politeno forma la vanguardia del asombroso crecimiento de los plásticos durante la última década.

Hoy en día, los plásticos son tan comunes que, paradójicamente, pasan inadvertidos. Han ocupado el puesto de muchos materiales tradicionales empleados por el hombre. Pero, ¿qué son? ¿De dónde proceden?

Para comenzar, diremos que son *polímeros,* palabra poco empleada, pero que se puede entender con facilidad. Un polímero es una gran molécula, formada por dos o más moléculas sencillas (*monómeros*). Por ejemplo, el etileno es un gas volátil, que tiene una fórmula molecular muy sencilla: C_2H_4. Al unirse un gran número de estas moléculas en una cadena lineal resulta el polietileno (del griego *poli* = muchos). Algunos se forman por unión de moléculas de *distintas* sustancias, como, por ejemplo, moléculas de urea y formaldehído. Estos polímeros se conocen como *copolímeros.*

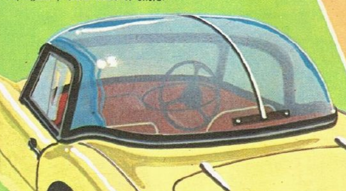
Los polímeros —moléculas compuestas— son vitales en el mundo natural; así, las proteínas y carbohidratos de los organismos vivos son polímeros. Pero aunque los polímeros que se presentan en la naturaleza se emplean algunas veces como materia prima, los plásticos son, esencialmente, fabricados por el hombre, y representan un grupo de materiales que no nos ofrece aquélla. En consecuencia, su aparición en escala industrial sólo fue posible cuando el hombre adquirió el conocimiento y dominio de la técnica necesaria.

Los plásticos se conocieron ya en el siglo XIX. Así, el poliestireno se descubrió en 1835, pero en aquellos días los polímeros eran meras curiosidades, cuando no sustancias molestas.

El celuloide fue el primer plástico que encontró usos comerciales. En 1870, la escasez de marfil en los EE. UU. se resolvió satisfactoriamente sustituyéndolo con celuloide.

En 1872, Baeyer, químico alemán, observó que el grupo de compuestos orgánicos llamados *fenoles* se podía combinar con el de los aldehídos. Pasaron 46 años antes de que se perfeccionaran las técnicas adecuadas para la fabricación en gran escala y Baekeland patentara un método para fabricar productos con fenol y aldehído, llamados *baquelitas.* El descubrimiento y el éxito alcanzado

La cubierta de "perspex" es resistente, ligera y claro como el cristal





Teléfono moldeado en "diakon" —químicamente, casi idéntico al "perspex"—. La resistencia y duración se combinan con un aspecto atractivo; el color se consigue con un colorante

Dos formas de metacrilato de metilo: "perspex" y "diakon". Las propiedades de los plásticos hacen de ellos materiales adecuados para fabricar gran variedad de objetos.

MANUFACTURA DE LOS PLÁSTICOS

Todos los plásticos, en cierta etapa, pasan por una fase flexible, en la que se conforman para las funciones que han de desempeñar.

La fundición o enfriamiento de plásticos fluidos en moldes, a presiones ordinarias, es rara, ya que la temperatura necesaria para hacer fluidos la mayoría de los plásticos, a presión ordinaria, resulta tan elevada que se descomponen. El moldeo es mucho más común; la fluidez se consigue con calor y presión. El plástico se puede colocar en el molde en forma de polvo, para licuarlo después, o se inyecta en el molde ya en estado fluido.

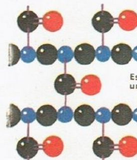
La laminación produce plásticos reforzados. Éstos se disponen con materiales tales como fibras, papel, telas o madera. Estos laminados tienen mucha más resistencia que el producto plástico que los recubre, y se emplean para hacer muebles, en barcos y en la construcción.

Tubos, varillas, hilos y láminas se producen por "extrusión". El plástico fluido es forzado a pasar a través de aberturas de forma apropiada. Un método mecánico sencillo es el de "revestimiento por inmersión"; los objetos se sumergen brevemente en una solución de plástico.

Las propiedades de los plásticos dependen, básicamente, de sus grandes moléculas. Los productos termoplásticos poseen largas cadenas moleculares. Los enlaces entre molécula y molécula se debilitan al calentarlos, y el plástico se hace fluido. Las sustancias termoplásticas son flexibles en capas finas, pues las moléculas, al doblarlas, se pueden estirar unas sobre otras.

Los plásticos termoestables se asemejan a los termoplásticos cuando se fabrican. Pero el calentamiento necesario para que pasen al estado líquido (para manufacturar artículos por moldeo) hace que se formen enlaces cruzados. La masa, en conjunto, se comporta como una gran molécula, que no se puede separar en sus partes constituyentes.

Un plástico termoestable presenta numerosos enlaces cruzados y es, en realidad, una molécula gigante



Estructura de la urea-formaldehído

en la fabricación de la "baquelita" inició el camino de las investigaciones sobre plásticos. Empleando altas presiones y una serie de catalizadores, los químicos consiguieron que otros compuestos orgánicos (que contienen carbono) se combinaran, formando grandes moléculas. Su éxito lo confirma hoy día la amplia variedad de plásticos que se encuentran en uso. La obtención de moléculas formadas por cadenas de extraordinaria longitud tuvo una importancia particular en el desarrollo del campo de las fibras sintéticas. Más recientemente, se han obtenido polímeros incluso a partir de compuestos inorgánicos de silicio (*silicones*).

Se consigue que el costo de los plásticos sea bajo por adición de *cargas* económicas a estos materiales. Dichas cargas aumentan el volumen, sin variar apreciablemente las propiedades del plástico. También aumentan la resistencia al impacto y a la temperatura, e impiden la contracción. Otras sustancias que se agregan son los *plastificantes*, que aumentan la flexibilidad, proporcionan brillo y mejoran la resistencia al calor, a los productos químicos y a la abrasión. Para colorear los plásticos se emplean más de 100 pigmentos y colorantes.

Por extrusión del plástico, a través de una boquilla se fabrican filamentos, tubos y varillas. Aquí, el polietileno se trasforma en una fibra. Los filamentos se tensan en un baño de agua, proceso que los estira y aumenta su tenacidad.

LOS DOS GRUPOS DE PLÁSTICOS

Bajo el nombre de *plásticos* se clasifica una variedad de sustancias de composición química totalmente distinta y diferentes propiedades. El término induce a confusiones, ya que muchos de estos materiales son, de hecho, duros, y no presentan la más mínima flexibilidad. Pero, primitivamente, se bautizó esas sustancias con este nombre porque en alguna etapa de su fabricación se les podía dar forma o fundir en moldes. El término no describe sus propiedades finales.

El campo de los plásticos se puede subdividir en dos grandes grupos: los productos *termoplásticos* y los *termoestables*.

Los productos termoplásticos se ablandan por el calor y, al enfriarlos, se endurecen nuevamente sin perder sus propiedades, razón por la que pueden ser trabajados muchas veces. En términos generales, los polímeros que forman este tipo de plásticos tienen estructura *lineal*, las moléculas sencillas están dispuestas en cadenas, y los enlaces entre cadenas (entrecruzamiento) son relativamente pocos. Casi todos los plásticos más conocidos y muchas de las fibras plásticas pertenecen a este grupo.

Los productos termoestables, una vez que se han formado a partir de una masa líquida, no se pueden volver a moldear. Su estructura no se halla constituida por una serie de cadenas paralelas, sino por una red tridimensional: las sustancias más conocidas de este grupo son las "baquelitas".

En la actualidad, esta clasificación no





Las moléculas se unen por eliminación de compuestos sencillos, como el agua. Las reacciones de combinación y condensación son importantes para obtener plásticos.

El doble enlace de la molécula de etileno se abre, y uno de ellos queda disponible para unirse a otra molécula de etileno. El resultado: polietileno.



es tan rígida como se consideró en un principio. Por ejemplo, la adición de ciertas sustancias hace que se formen enlaces cruzados en un material termoplástico, trasformándose en una variedad termoestable. Sin embargo, la clasificación tiene valor desde el punto de vista práctico.

Los plásticos han remplazado la madera, fibras naturales, vidrio, cerámica y metales. Pero son mucho más que materiales de sustitución económicos, pues con frecuencia presentan propiedades que no sólo hacen de ellos el material más apto para un fin determinado, sino el *único* material posible. Así, sus extraordinarias propiedades eléctricas han permitido los grandes avances conseguidos por la industria eléctrica. La inercia química de los plásticos los hace resistentes a la corrosión atmosférica y al ataque químico; esta inercia ha contribuido significativamente a rebajar los costos de mantenimiento en las industrias químicas. Su ligereza, combinada con su gran resistencia mecánica, favorece su uso en importantes industrias.

Hay dos procedimientos para obtener los polímeros. Las moléculas se pueden unir directamente, como resultado de una reacción de adición. En estos casos, las moléculas sencillas presentan en su estructura dobles enlaces; durante la reacción, una de las uniones del doble enlace se abre y queda disponible para unirse a otra molécula. El otro método emplea una reacción de condensación, que consiste en que las moléculas sencillas se combinan para formar moléculas mayores, al perder sustancias simples.

MATERIAS PRIMAS PARA LOS PLÁSTICOS

Los químicos emplean muy pocas veces los polímeros que se presentan en la naturaleza para fabricar artículos plásticos. La celulosa de la pulpa de madera y de algodón es la materia de partida para los plásticos celulósicos. De hecho, el primer plástico comercial, el celofán, se derivó de la celulosa natural. Algunos plásticos se fabrican a partir de la caseína y otras proteínas naturales.

Pero, más corrientemente, las grandes moléculas (polímeros) se producen por completo a partir de materiales como el etileno, acetileno, fenol y benceno. Muchos de estos productos se obtienen, a precios muy reducidos, de los derivados de petróleo, destilación de la hulla o de las materias de desecho de otras industrias químicas.

ALGUNOS PRODUCTOS TERMOPLÁSTICOS IMPORTANTES

PLASTICO	NOMBRES REGISTRADOS CORRIENTES	PRINCIPALES PRODUCTOS QUÍMICOS EMPLEADOS	FUENTE DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS	AÑO APROX. DE INDUSTRIALIZACION	PROPIEDADES IMPORTANTES	ALGUNOS USOS IMPORTANTES
Nitrato de celulosa	Celuloide	Celulosa, ácido nítrico	Madera, algodón, aire	1864	Tenaz, resistente a la abrasión, resistente a la tensión. Fácil de trabajar.	Recubrimientos protectores para madera, pasamanos, etc.; fabricación de películas.
Acetato de celulosa	"Bexoid"	Celulosa, ácido acético, anhídrido acético	Madera, algodón, carbón, gas natural,	1933	Tenaz, resistente a la tensión, ininflamable.	Películas de seguridad; material aislante; material para revestimientos, ribetes, adornos.
Polietileno	"Polythene" "Alkalene" "Polyroke" "Rigidex"	Etileno	Petróleo, carbón	1937	Tenaz, flexible, buen aislante, irrompible, sin bordes cortantes, a prueba de agua y productos químicos.	Vasijas, recipientes y artículos domésticos en general, recipientes para pulverizadores, envoltorios, cañerías de agua, aislantes.
Cloruro de polivinilo	"PVC", "Corvic" "Welvic", "Darvic"	Etileno o acetileno, ácido clorhídrico	Petróleo, carbón, salmuera (agua salada)	1940	Duro, córneo y flexible. Tenaz, resistente a la abrasión, a prueba de agua y productos químicos, resistente a los agentes atmosféricos, buen aislante.	Impermeables y prendas protectoras. Aislante para cables, objetos hinchables, juguetes, maletas, tapicería, revestimientos para escurridores de platos, etc., canaletas de los tejados y caños de bajada.
Poliestireno	"Styron" "Styrofoam"	Etileno, benceno	Petróleo, carbón, brea de hulla	1933	Resistente al agua y a los agentes químicos. Excelentes propiedades aislantes.	"Espuma" de plástico.

ALGUNOS PRODUCTOS TERMOESTABLES IMPORTANTES

PLASTICO	NOMBRES REGISTRADOS CORRIENTES	PRINCIPALES PRODUCTOS QUÍMICOS EMPLEADOS	FUENTE DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS	AÑO APROX. DE INDUSTRIALIZACION	PROPIEDADES IMPORTANTES	ALGUNOS USOS IMPORTANTES
Plásticos de fenol-formaldehído	"Baquelita"	Fenol, formaldehído	Brea de hulla, gas de hulla y aire	1909	Duro, duradero, buen aislante, buena resistencia térmica, no se afecta por la humedad, grasas y disolventes orgánicos.	Barnices que forman superficies protectoras, productos laminados, cementos fenólicos.
Plásticos de urea-formaldehído		Urea, formaldehído	Aire, carbón, gas, agua; gas de hulla y aire	1924	Duro, duradero, de gran resistencia a la tensión; resistente a las grasas, sin olor ni sabor.	Platos, platillos y copas, mandos de radio, cierres de botellas, adhesivos de urea.
Plásticos de melamina-formaldehído		Melamina, formaldehído	Cianuros a partir del carbón; gas de hulla y aire	1901	Buena resistencia térmica y química, aislante.	Componentes eléctricos; aprestos para tejidos y papel adhesivo.
Caseína		Caseína, formaldehído	Leche, soja, gas de hulla y aire	1901	Imita el cuerno natural; buen aislante, pero poco resistente a la humedad; se trabaja con facilidad y admite colores brillantes.	Botones, hebillas, mangos de cuchillos, plumas, agujas para tejer, bisutería.
Plásticos alquídicos		Glicerina, anhídrido maleico, anhídrido ftálico	Petróleo, grasas animales, brea de hulla			
Plásticos de silicones		Tetracloruro de silicio	Salmuera, arena, carbón, petróleo			
Polimetacrilato de metilo	"Perspex" "Diakon"	Acetona, cianuro sódico	Petróleo, carbón	1932	Tenaz, ligero, muy resistente a la intemperie, trasparencia análoga al cristal.	Señales indicadoras, escaparates, accesorios ligeros, carlingas, ventanas de cabinas, parabrisas, brazos para tocadiscos, teléfonos, teclas de máquinas de escribir.
"Polypropathene"	"Propathene"	Propeno	Petróleo			
Poliamidas	Nilón	Acido adípico, hexametilendiamina	Brea de hulla	1935	Formado por moléculas muy grandes; ligero, pero fuerte y tenaz.	Fibras artificiales, levas, ruedas dentadas para trasmisiones, componentes de máquinas de calcular, aislantes para cables, envoltorios para alimentos, cepillos de todas clases.

PARADOJA DE OLBERS

¿Es infinito el universo, o termina en alguna parte, dejando un espacio completamente vacío tras él? Heinrich Olbers (1758-1840), astrónomo alemán, creyó haber encontrado una respuesta a esta incógnita.

Según Olbers, si cada una de las partes vecinas del universo fuera una muestra típica, repetida una y otra vez a distancias mayores, no sería posible que fuese infinitamente grande. Si el universo contuviera un número infinito de estrellas y galaxias, todas ellas radiando luz, ésta, independientemente de su distancia, alcanzaría en cierta proporción la Tierra. Su argumento continúa así: si la Tierra recibiera luz en todas las direcciones, desde un número infinito de estrellas, el cielo nocturno aparecería con un brillo cegador. En cualquier dirección se encontraría una estrella, y el cielo aparecería como una continua fuente de luz.

En realidad, la contribución de las estrellas a la luz que recibe la Tierra es muy pequeña, por lo que, de acuerdo con Olbers, su número no puede ser infinito, y el universo debe tener fronteras.

Cuanto más distante está una estrella, la proporción de su luz que alcanza finalmente la Tierra es menor. La intensidad de la luz recibida por la Tierra disminuye con el cuadrado de la distancia de la estrella a nuestro planeta, y las cantidades que disminuyen con el cuadrado de la distancia se anulan rápidamente. Si el Sol estuviera a una distancia dos veces mayor, la intensidad de su luz quedaría reducida a la cuarta parte; a tres veces la distancia actual, la novena parte; cuatro veces más lejos, descendería a la dieciséisava parte del valor actual.

Para grandes distancias, se admite que el número de estrellas, por unidad de volumen, es casi constante. Olbers consideró en qué medida contribuiría a la iluminación de la Tierra una capa imaginaria de estrellas, esférica y delgada, que tuviese por centro nuestro planeta. De esta forma, dividió el universo en una serie de capas esféricas delgadas y concéntricas. Calculó la contribución de una capa cualquiera y, a continuación, sumó las contribuciones de todas ellas, desde la más próxima a la Tierra hasta la más lejana. Si el universo fuera infinito, la capa más externa estaría en el infinito.

Pero la paradoja consistía en que, si bien la iluminación decrecía con el cuadrado de la distancia, las capas se hacían mayores y contenían más estrellas. De hecho, el número de estrellas, en cada capa, *aumenta* con el cuadrado de la distancia, y este aumento compensa exactamente la disminución de luz debida a la distancia. Así, todas las capas contribuyen con la misma cantidad de luz, y la suma de sus efectos parciales (o integración) es muy sencilla. Si la distancia de la capa esférica más lejana fuera infinita, el número de capas, y por tanto la suma, sería también infinita. El cielo nocturno aparecería infinitamente brillante, pero como, en realidad, se presenta oscuro, la suma no se puede hacer hasta el infinito, y en el universo hay límites.

Pero sus argumentos tienen dos puntos débiles, que hacen que las conclusiones sean erróneas. Mucha materia del espacio está fría y no irradia luz propia. En particular, el polvo interestelar no irradia, sino que *absorbe* luz, e impide que ésta llegue desde las estrellas más distantes. Si dicho polvo interestelar no existiera, la Tierra recibiría mucha más luz de las estrellas.

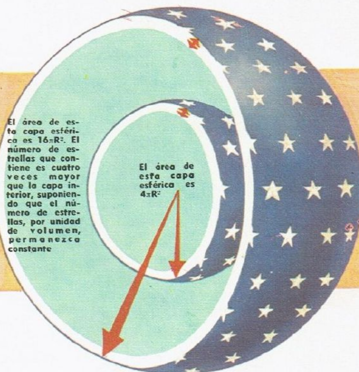
Olbers dividió el universo en una serie de capas delgadas, concéntricas, rodeando la Tierra. La iluminación que ésta recibe de cada capa disminuye con el cuadrado del radio.

La iluminación es proporcional a $1/R^2$.

Pero la iluminación también depende del número de estrellas de la capa, o sea, también es proporcional a R^2. Considerando ambos factores:

La iluminación es proporcional a $R^2/R^2 = 1$.

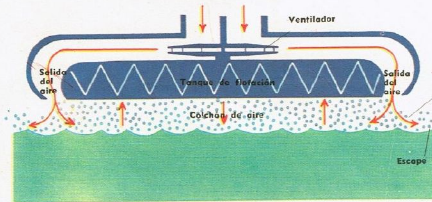
En otras palabras, la iluminación no depende de "R", que es constante. Luego, cada capa contribuye con cierta cantidad de iluminación constante. Un número infinito de capas dará, pues, una iluminación infinita.



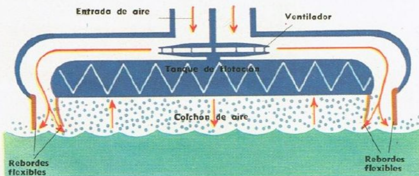
El otro error consiste en que se ha descubierto que todas las galaxias distantes se alejan de la nuestra (hecho que se demuestra por el desplazamiento del espectro hacia el rojo). Cuanto más distantes se encuentran, mayor es su velocidad de alejamiento; se ha observado que algunas galaxias se alejan a la mitad de la velocidad de la luz (es decir, 150.000 kilómetros por segundo). Parece probable que las galaxias más distantes viajen a velocidades próximas a la de la luz, con lo que los astrónomos de la tierra no podrán nunca descubrirlas, ya que su luz "nunca alcanzará la Tierra".

Las galaxias pueden extenderse hasta el infinito, sin que la luz de las más distantes contribuya en absoluto a la brillantez del cielo nocturno.

EL HOVERCRAFT, VEHÍCULO SOBRE UN COLCHÓN DE AIRE



El colchón de aire del "hovercraft" actúa como un neumático. Ha de suministrarse aire continuamente, para mantener elevado el vehículo. (Arriba) Esquema de un "hovercraft" de "cortina de aire". (Abajo) Los escapes o fugas, por los lados del colchón, pueden reducirse adaptando al vehículo rebordes flexibles.



El *hovercraft* es un vehículo de reciente invención, diseñado especialmente para moverse sobre una superficie, ya sea de agua o de tierra, a una altura suficiente como para evitar las olas cuando marcha por el mar, o las irregularidades del terreno cuando va por tierra.

Entre la superficie y el "hovercraft" existe un colchón de aire, creado por la propia máquina y mantenido por ella, mientras se encuentra en movimiento, por expulsión de aire a presión. Este colchón de aire actúa como los neumáticos de un coche, soportando el peso del vehículo y actuando de amortiguador para que el viaje resulte confortable.

Sin embargo, su misión más importante es la de mantener el vehículo a una cierta distancia de la superficie, ya que, si estuviese en contacto con ella, su movimiento se haría mucho más difícil en todos los sentidos, pues los rozamientos serían mayores. La oposición, por el roce, que ofrece el agua al movimiento de un cuerpo limita su velocidad y su eficacia, como sucede, por ejemplo, en los barcos y lanchas usuales. La fricción entre sólidos es aún mayor, como puede ponerse de manifiesto al arrastrar por el suelo un cajón de cierto peso. La solución, en estos casos, es poner ruedas al cajón, pues la fricción por rodamiento es siempre mucho menor que la producida al deslizarse, y el movimiento sobre ruedas es mucho más rápido y eficaz.

Los colchones de aire son, sin embargo, mucho más versátiles que las ruedas, dado que pueden utilizarse para marchar sobre superficies accidentadas. En ciertos casos, los colchones de aire resultan, además, de mayor eficacia. Realmente, el colchón de aire actúa como un aceite lubricante de carácter macroscópico, allanando los obstáculos que el "hovercraft" encuentra en su movimiento y reduciendo los perniciosos efectos de la fricción.

Parece probable que pronto pueda viajarse sobre la superficie del mar en "hovercraft", cómodamente, a velocidades mayores de 160 Km/h. y por un precio razonable. Sobre pistas especialmente preparadas, es fácil que un "hovercraft" pueda alcanzar velocidades del orden de los 500 Km/h.

LOS "HOVERCRAFTS" SOBRE EL AGUA

Como ya dijimos, el colchón de aire cumple la misión del neumático en un automóvil; un neumático, sin embargo, que está sufriendo pinchazos continuamente. Una de las caras del colchón de aire es la irregular superficie del agua sobre la que se desliza el vehículo, por la que se pierde aire en todo momento. Habremos de estar, pues, suministrando aire en forma continua, con objeto de contrarrestar dicha pérdida. En la armazón del "hovercraft" hay ventiladores, que absorben aire para volverlo a lanzar por su parte interior, con el fin de mantener la presión lo suficientemente elevada para soportar el peso del vehículo.

Por los lados del colchón también puede perderse aire fácilmente. Cuanto mayor es la altura de aquél, más difícil es contener el aire por sus bordes. Hay distintos métodos para mantener el aire a presión dentro de sus límites.

Uno de ellos consiste en proveer al vehículo de un reborde rígido, a lo largo de su contorno, que por su parte inferior vaya sumergido. Con esto se disminuye la fuerza necesaria para elevar el vehículo, pero, sin embargo, aumentan los rozamientos. Dos inconvenientes adicionales de este método son el de que no puede utilizarse cuando el mar está picado, y el de que el vehículo pierde su carácter anfibio.

Recientemente, se ha solucionado este problema manteniendo, en la parte inferior del vehículo, una espuma compuesta de diminutas burbujas de aire. Mediante este sistema se reduce la energía necesaria para mantenerlo elevado.

En la mayoría de los "hovercrafts" se permite que el aire escape por los bordes del colchón, lo que se traduce en un incremento de la energía necesaria para mantenerlo elevado. En su parte inferior, y a lo largo de sus bordes, el "hovercraft" lleva, en estos casos, una serie de eyectores de aire; éstos forman una especie de pantalla que encierra la zona de mayor presión, la cual compone propiamente el llamado *colchón de aire*, aislándolo de la presión atmosférica. Los "hovercrafts" con cortinas de aire son anfibios, pues, en este caso, no se establece contacto alguno con la superficie. Van equipados con tanques de flotación, situados en la parte superior del colchón de aire, de forma que, cuando sea necesario, el "hovercraft" flote sobre la superficie.

Los "hovercrafts" más modernos llevan, además de los eyectores, unos *rebordes flexibles*, especie de bandas que rodean la parte inferior. Estos rebordes son de goma flexible plastificada, de

LOS "HOVERCRAFTS" Y LOS ALISCAFOS

Para viajes cortos, los aliscafos tienen ciertas ventajas sobre los "hovercrafts". Aquéllos pueden alcanzar grandes velocidades (más de 160 Km./hora). Estos aparatos se mueven sobre el agua mediante estructuras de formas especiales, que reducen las fuerzas de fricción. Los aliscafos se elevan levemente sobre el nivel del agua, de modo parecido a como los aeroplanos se mantienen en el aire gracias a sus alas.

Los aliscafos se elevan por sí mismos, mientras que los "hovercrafts" necesitan una potencia adicional para mantenerse por encima de la superficie. Sin embargo, los "hovercrafts" proporcionan un viaje más confortable, dado que su colchón de aire actúa de amortiguador. Además, pueden alcanzar mayores velocidades.

Es posible estabilizar el vehículo dividiendo el colchón de aire en distintos compartimientos, pero lo más corriente es compensar el efecto de las olas con eyectores de aire adicionales, que tienden a ladear el aparato en sentido contrario al de las olas. Los dos movimientos se compensan entonces, y el "hovercraft" permanece estable. Los rebordes flexibles contribuyen también a mantener su estabilidad, de modo que el viaje resulte confortable. La parte del reborde que choca con los máximos de las olas se dobla hacia arriba, con lo que contribuye a mantener el nivel del vehículo. En los "hovercrafts" actuales, estos rebordes tienen una altura aproximada de un metro.

La presión en el interior del colchón de aire dependerá de la altura a la que deseemos mantener el vehículo y de su carga. El propio aparato se construye con materiales ligeros. Cuando hayan de trasportarse grandes cargas, se incrementa la presión del colchón de aire, lo que se facilita con los rebordes flexibles.

El "hovercraft" marcha hacia adelante gracias a una serie de propulsores, y puede cambiar su ruta haciendo variar el ángulo que forman las hélices de los propulsores con la dirección en que sopla el viento. El vehículo va provisto, además, de una serie de timones y pequeños propulsores adicionales, que pueden ser utilizados también para controlar su marcha. Frenar un "hovercraft" es fácil: basta reducir gradualmente la presión del colchón de aire, mientras los rebordes flexibles se introducen, poco a poco en el agua. Las fuerzas de fricción se encargan de ir reduciendo la velocidad del vehículo.

El "hovercraft" es el vehículo más rápido y más confortable para viajar por el mar. Sin embargo, estos aparatos resultan muy ruidosos para los pasajeros, quienes van situados muy cerca de los motores. Otro de sus inconvenientes son las salpicaduras de agua. Se procura que la presión en el compartimiento de viajeros sea siempre algo mayor que la externa, para impedir, en lo posible, el efecto de salpicaduras de agua.

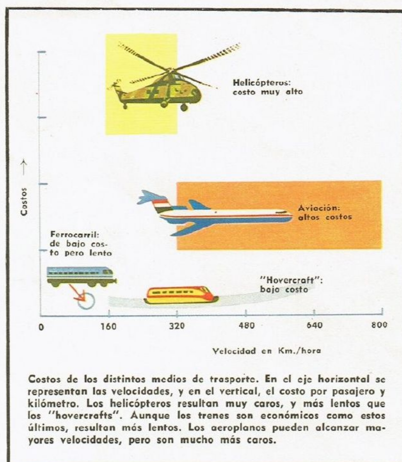
Los "hovercrafts" pueden "posarse" en cualquier parte, ya que pasan directamente del agua a la tierra. En lugar de un muelle, los "hovercrafts" necesitan, simplemente, un malecón de hormigón, donde puedan embarcar y desembarcar los pasajeros.

Los "hovercrafts" están todavía en período de desarrollo, y los que se encuentran actualmente en funcionamiento se utilizan con fines de investigación.

modo que, en cualquier momento, pueden doblarse convenientemente, de acuerdo con el esfuerzo que les sea aplicado. Con ello se reduce la energía necesaria para mantener elevado el vehículo, y éste puede trasladarse a una altura media superior. Por otro lado, los rebordes van sumergidos en parte, con lo que se aumentan los rozamientos. Pero este incremento es mucho menor que cuando los rebordes son rígidos. Además, es posible adaptar los rebordes flexibles, para que el vehículo pueda marchar también sobre tierra.

Los "hovercrafts" de gran tamaño —cuya longitud es de unos treinta metros—, utilizados en viajes oceánicos, pueden operar eficazmente a seis metros por encima de la superficie del agua, con lo que evitan las olas más altas.

El movimiento de las olas afecta poco a los "hovercrafts" de gran tamaño que viajan a altas velocidades. En los de tamaño más reducido es mayor el peligro de que las olas produzcan vibraciones que pueden alterar la estabilidad del vehículo. La altura de éste varía, en estos casos, a medida que la ola pasa por su parte inferior, con lo que se producen cambios en la presión del colchón de aire, peligrando la estabilidad del aparato.



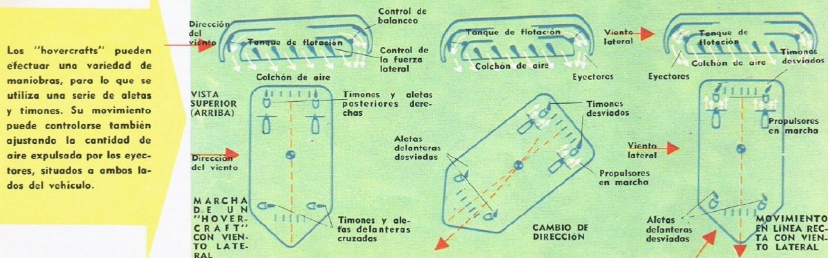
Costos de los distintos medios de trasporte. En el eje horizontal se representan las velocidades, y en el vertical, el costo por pasajero y kilómetro. Los helicópteros resultan muy caros, y más lentos que los "hovercrafts". Aunque los trenes son económicos como estos últimos, resultan más lentos. Los aeroplanos pueden alcanzar mayores velocidades, pero son mucho más caros.

LOS "HOVERCRAFTS" EN TIERRA

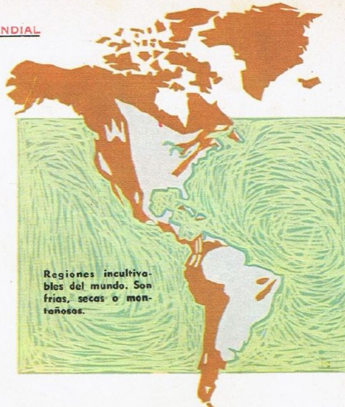
Cuando los "hovercrafts" marchan sobre canales o diques no utilizan ruedas; sólo lo hacen al posarse en tierra. Experimentalmente, se ha probado la adaptación de eyectores de aire en tractores obligados a moverse sobre terrenos muy enlodados. Las ruedas del tractor siguen todavía en contacto con la tierra y cumplen su misión de mover el vehículo hacia adelante, pero parte de la carga es soportada por el colchón de aire que crean los eyectores.

Un "hovercraft" especialmente diseñado podría sustituir al ferrocarril y alcanzaría mayores velocidades siempre que sus pistas fuesen suficientemente lisas. Los trasportes resultarían más económicos. Los "hovercrafts" para trasportar unos cien viajeros habrían de estar sustentados por colchones de aire de unos pocos centímetros de espesor. Las pistas de deslizamiento serían suficientemente lisas, para que no tocaran con la superficie inferior del vehículo. Como no tendrían que vencer más que la resistencia del aire, estos "hovercrafts" podrían alcanzar una velocidad de 400 ó 500 Km/h. Las pistas no se estropearían, puesto que, realmente, los vehículos no entrarían en contacto con ellas.

Los "hovercrafts" pueden efectuar una variedad de maniobras, para lo que se utiliza una serie de aletas y timones. Su movimiento puede controlarse también ajustando la cantidad de aire expulsada por los eyectores, situados a ambos lados del vehículo.



¿PUEDE PRODUCIR LA TIERRA SUFICIENTES ALIMENTOS?



Regiones incultivables del mundo. Son frías, secas o montañosas.

En 1840, la población mundial era de unos 1.000 millones de personas, y llegó a 2.000 millones hacia 1930. En 1960, la Tierra estaba habitada por unos 3.000 millones de personas, y se calcula que para el año 2000 alcanzará casi los 7.000 millones.

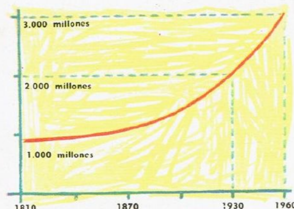
Estos habitantes extra necesitarán comida y casas, requerimientos que pesan duramente sobre el terreno disponible. En la actualidad, el hambre y la nutrición deficiente son problemas serios en África y Asia. ¿Qué nos reserva el futuro? ¿Puede la Tierra mantener estos casi 4.000 millones adicionales?

La contestación es, por supuesto, que sí. Hoy en día existen unas 160 áreas de terreno cultivable por habitante. El resto es demasiado seco, frío o montañoso. De este terreno cultivable, sólo se aprovechan unas 40 áreas por cabeza y, generalmente, de forma poco racional. Si todo este terreno se explotara al máximo en granjas y bosques, la Tierra podría alimentar una población tres o cuatro veces mayor que la actual. Las nuevas ciudades deben edificarse, por supuesto, en zonas inservibles para la agricultura o de bajo rendimiento agrícola. Aunque los valores mundiales medios son de 160 áreas de terreno cultivable por cabeza, esta proporción varía de un país a otro. Así, en Canadá se cuentan 800 áreas por cabeza, mientras que la India tiene solamente 40 áreas, y Gran Bretaña y el Japón —ambos, densamente poblados— disponen, incluso, de menos terreno cultivable por persona. Las barreras políticas deben desaparecer para permitir que las regiones productoras suministren a las consumidoras, aun cuando esto no sea más que una medida a corto plazo, pues no podemos contar indefinidamente con los excedentes.

El problema actual de la alimentación en Asia y África es debido, fundamentalmente, a una falta de desarrollo técnico y a una carencia de recursos financieros. Con los métodos agrícolas primitivos se producen cosechas pobres, no se crían los suficientes animales, y la falta de proteínas en la dieta humana trae como consecuencia una nutrición muy defectuosa. Si los países de estas regiones reciben ayuda económica y se enseña a sus habitantes a cultivar sus terrenos adecuadamente y a consumir una dieta equilibrada, el problema del hambre puede desaparecer. Tal vez sería necesario recurrir a fuentes de proteínas no utilizadas hasta la fecha, pues el terreno no es, con frecuencia, adecuado para alimentar una hacienda numerosa. Es indudable que los animales de caza y la pesca desempeñarán un papel importante. De esta forma, la eliminación del hambre es el fin de la *"Freedom from Hunger Campaign" (Libertad por la lucha contra el hambre)*. La solución del problema de la alimentación mundial constará de tres etapas principales: 1ª) hacer cultivables más terrenos; 2ª) mejorar la producción de las explotaciones agrícolas existentes, y 3ª) desarrollar nuevas técnicas y fuentes de alimentos.

TERRENOS RECUPERADOS

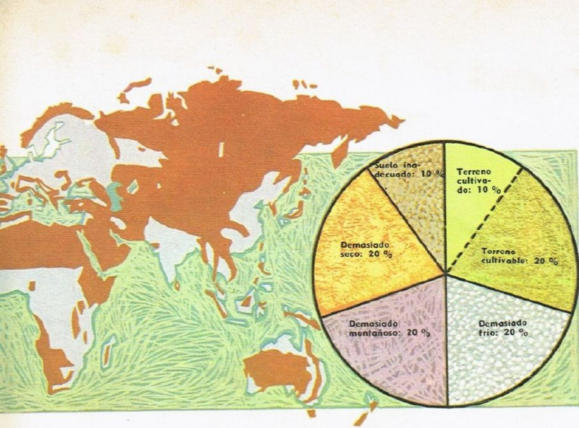
Muchas regiones son demasiado húmedas para rendir una cosecha sin un costoso trabajo previo. Algunos de estos terrenos tendrán que ponerse en cultivo en el futuro. El problema de la recuperación de estas zonas es opuesto al de la irrigación de zonas secas. Para recuperar estos terrenos se requieren drenajes y protección, a fin de evitar el trabajo de extraer el agua nuevamente. Los terrenos recuperados al mar necesitan también un tratamiento para eliminar la sal antes de dedicarlos a la agricultura. Esta práctica se ha efectuado, a gran escala, en los Países Bajos y en el Zuider Zee. Cuando se termine la recuperación de esta zona, en los Países Bajos se habrá ganado al mar 20 millones de áreas para la agricultura. El Zuider Zee se separó del mar abierto por un gigantesco dique, terminado en 1932. A continuación, se construyeron diques para aislar ciertas zonas del lago, y se bombeó el agua de su interior. Incluso después de eliminar el agua, fue necesario mantener las bombas en acción, para que el terreno ganado permaneciera seco. En los terrenos ganados al mar en Holanda, el agua de lluvia y las filtraciones hacen subir el nivel del agua unos 75 centímetros por año. Cuando el fondo del mar emerge, se siembra con cañas y se recupera gradualmente excavando zanjas. A medida que el suelo se seca, se contrae y cuartea, dejando desagües entre los mosaicos formados. Los cambios químicos del suelo tienen como consecuencia la eliminación de los iones sodio y la formación de arcillas cálcicas. En ocasiones, se siembran cosechas de leguminosas para incrementar el contenido bacteriano del suelo. Casi todas las zonas así conquistadas son de una calidad agrícola excelente. La adaptación al cultivo de lagos y pantanos es, en líneas generales, análoga a lo descrito. En el mundo existen grandes extensiones de terreno que, drenándolas, se pueden aprovechar para la humanidad. En el este de Inglaterra se han drenado extensas zonas panta-

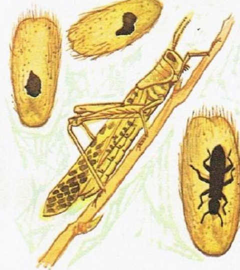


Velocidad de crecimiento de la población.

Continuamente, se están produciendo variedades superiores, mediante la aplicación de métodos especiales. Obsérvese una planta de trigo actual, en comparación con una variedad anterior.







Gorgojos del grano y una langosta. Son dos plagas que el hombre debe eliminar si desea conseguir una producción máxima de alimentos.

nosas y, en la actualidad, forman las granjas agrícolas más ricas del país.

IRRIGACIÓN

El *"Snowy Mountains Project" (Proyecto para la utilización de las nieves de las montañas)*, la presa de Asuán en Egipto y algunos otros proyectos han sido objeto de gran publicidad en los últimos tiempos. Los diques (presas) recogen las aguas de lluvia en la estación húmeda y permiten utilizarlas gradualmente durante el resto del año, conduciéndolas por tuberías para regar extensas zonas de terreno seco, que se rescatan para el cultivo. Además de su empleo para regadíos, estas aguas producirán grandes cantidades de energía eléctrica.
Los bosques desempeñan también una función importante en la recuperación de áreas desérticas, especialmente en terrenos yermos que han sufrido una fuerte erosión del suelo. El riego permite que los árboles sobrevivan y, a continuación, el bosque puede alterar el clima local, atrayendo más lluvia. El bosque también estabiliza el terreno y provoca los procesos de formación del suelo.

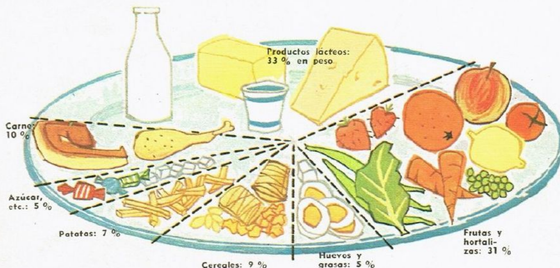
INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN TERRENOS YA CULTIVADOS

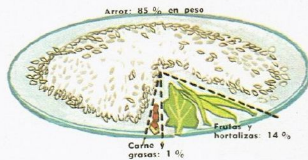
En el aumento de la producción de un suelo intervienen varias ramas de la ciencia. Las cosechas retiran minerales del suelo, para construir los tejidos de las plantas, y estos minerales se deben remplazar de manera adecuada si el cultivo es continuado. Por ello, es muy importante el uso racional de fertilizantes, pero no sólo son necesarios los abonos minerales, sino que también conviene agregar materiales orgánicos, para mantener el suelo en buenas condiciones. Los abonos compuestos, con basuras urbanas, pueden alcanzar importancia en el futuro. Los sistemas actuales de quemar basuras son un derroche de materiales orgánicos valiosos.
La obtención por cruce de nuevas variedades de plantas o animales es un aspecto actual muy importante de la investigación agropecuaria. Una variedad de trigo que incrementara la cosecha sólo en un 1 % produciría dos millones de toneladas métricas extra si se sembrara en todos los terrenos dedicados en la actualidad al cultivo del trigo. Pero el aumento de la productividad de los terrenos no tiene sentido, a menos que se tomen medidas para evitar los destrozos de las plagas y enfermedades. Las plagas de insectos son las más dañinas, tanto en el campo como en los depósitos o silos, siendo responsables de la destrucción de millones de kilos de alimentos. Es necesario desarrollar métodos eficaces de control de plagas. El peligro de emplear grandes cantidades de insecticidas es ya bien conocido. Entre los nuevos métodos de control prometedores se encuentra el de soltar machos estériles entre la población de insectos. Con esta técnica, en algunas regiones de EE.UU. se ha terminado prácticamente con un tipo de mosca del ganado. También está adquiriendo importancia el control biológico mediante el empleo de parásitos.

NUEVAS FUENTES DE ALIMENTOS

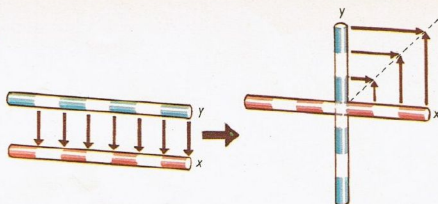
Aunque, en términos de calorías, los métodos agrícolas actuales pueden abastecer con facilidad a la población, existe una deficiencia acusada en la dieta proteínica de muchas personas; por ello se están ensayando muchos programas de investigación para encontrar formas adecuadas de obtener este suplemento de proteínas. Los peces desempeñan una función principal en estas investigaciones, pero también se estudian otros tipos de animales como posibles fuentes de alimentos. Una posibilidad son las proteínas de la hierba y de las algas.

Dieta típica diaria en los EE. UU., comparada con la dieta diaria de un trabajador de la India. El peso de los alimentos consumidos por un estadounidense es unas tres veces mayor que el consumido por un hindú, y el contenido en proteínas resulta mucho mayor. Los fines de la "Freedom from Hunger Campaign" ("Libertad por la lucha contra el hambre") es suministrar a todos los habitantes del mundo una dieta suficiente y equilibrada.





GRÁFICOS Y ECUACIONES



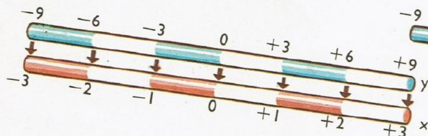
Grupos de enteros proporcionales. Sobre el gráfico, la correspondencia entre los puntos se muestra por una línea recta punteada, que pasa por el origen.

Los gráficos (representaciones gráficas) de resultados experimentales pueden proporcionar una curva continua, e incluso una línea recta. A partir de la forma del gráfico, de su pendiente y de los lugares en que corta los ejes x e y, es posible analizar los resultados del experimento e, incluso, deducir las leyes a que se ajusta.

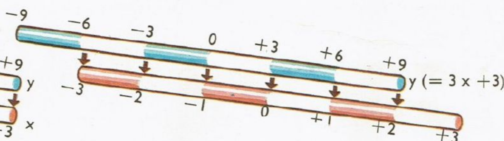
Una representación gráfica nos muestra cómo varían dos cantidades al mismo tiempo. Las líneas rectas indican que una de ellas es proporcional a la otra, o sea, a porciones iguales sobre el eje de las x corresponden porciones también iguales en la dirección de las y. Otra forma de decir que son proporcionales es: la *relación* de un valor cualquiera de y con el correspondiente de x es siempre constante.

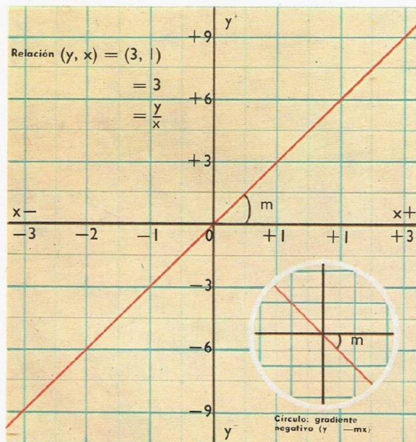
El punto donde ambos ejes se cruzan (llamado *origen*) está a

Dos ejes numerados paralelos pueden mostrar si dos grupos de números son proporcionales entre sí. Las representaciones gráficas corrientes consisten en dos ejes numerados, "x" e "y", formando ángulo recto.

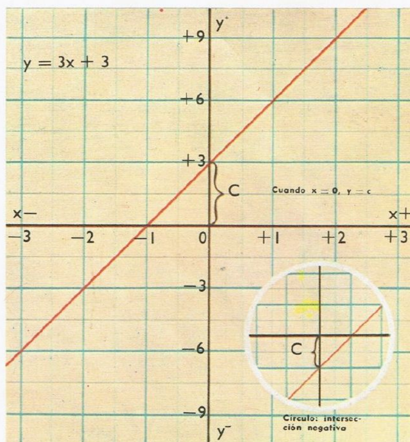


El eje "y" se ha deslizado hacia atrás. Ahora, el cero del eje "x" coincide con el 3 del eje "y". Para todos los pares de puntos correspondientes, y = 3x + 3.





Círculo: gradiente negativo (y —mx)



Círculo: intersección negativa

$x = 0$, $y = 0$. Si la representación gráfica es una línea recta y pasa por el origen, entonces los valores x e y están relacionados por una ecuación muy sencilla: $y = mx$.
Los valores de x e y son proporcionales, o sea que su relación es constante, pues $y{:}x$ tiene el mismo valor para todos los valores correspondientes de y y de x. El valor de esa relación (número que, como hemos dicho, permanece constante) se llama m, y se tiene $m = \frac{y}{x}$. Para pasar a $y = mx$ se multiplican ambos miembros de la última expresión por x.
Con frecuencia, las líneas rectas no pasan por el origen y, en cambio, cortan ambos ejes. Incluso en estos casos es posible deducir la ecuación de la línea. Por ejemplo, el punto en que la línea corta el eje vertical y es importante. El eje y marca todos los puntos en que $x = 0$; cuando $x = 0$, y debe tener algún valor, ya que estamos considerando el caso en que la línea no pasa por el punto $x = 0$, $y = 0$. Este valor se llama *intersección* u *ordenada en el origen*, y se simboliza con c, que representa un número.

A la ecuación anterior de la línea es necesario agregarle, en este caso, un término adicional, y se trasforma en $y = mx + c$. Cuando $x = 0$, $mx = 0$, $y = c$, que es lo que sucede en la representación gráfica. El problema con las líneas curvas es más complicado, y resulta difícil obtener una ecuación definida a partir de la representación gráfica de los datos experimentales. En cambio, las ecuaciones que representan líneas curvas se pueden resolver yendo de la ecuación a la representación gráfica, lo que suele ser más sencillo que resolverla por álgebra.
Por ejemplo, $x^2 - x - 2 = 0$. ¿Cuál es su solución? En lugar de resolverla por medios algebraicos, la expresión $x^2 - x - 2$ se puede igualar a y, que es la cantidad que se representa sobre el eje vertical de la representación gráfica. Luego, $y = x^2 - x - 2$. A continuación, se dan a x los valores razonables que deseemos:

GRAFICOS Y PROPORCIONES

Los grupos de números

—9 —6 —3 0 +3 +6 +9

—3 —2 —1 0 +1 +2 +3

son proporcionales, y dan un gráfico que es una línea recta.

Los grupos de números

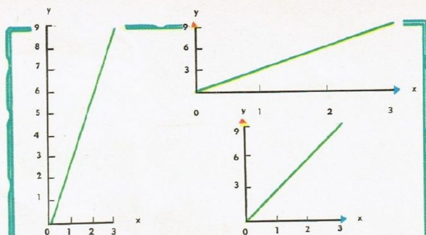
+9 +4 +1 0 +1 +4 +9

—3 —2 —1 0 +1 +2 +3

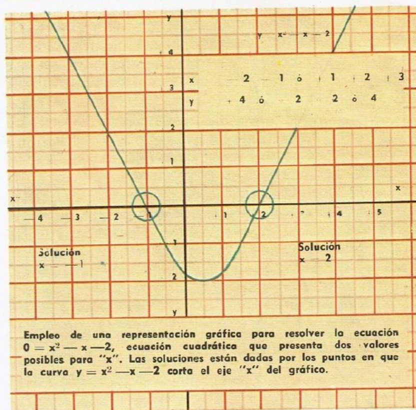
no son proporcionales, y conducen a una representación gráfica de la forma mostrada a la derecha. Los números del grupo superior son los cuadrados (es decir, los números multiplicados por sí mismos) de los números del grupo inferior.

para x	=	-2 -1	ó $+1$ $+2$ $+3$.....
se tiene x^2	=	$+4$ $+1$	ó $+1$ $+4$ $+9$
se tiene $-x$	=	$+2$ $+1$	ó -1 -2 -3
se tiene $x^2 - x - 2$	=	4 ó -2	-2 ó 4

Se toman suficientes valores para poder dibujar más exactamente la curva representativa; dicha curva cortará el eje de las x en dos puntos, que *son las soluciones de la ecuación*.
¿Por qué viene dada la solución por los puntos en que la curva corta el eje de la x? La razón es que, en todos los puntos del eje x, $y = 0$.
El gráfico nos da todos los valores $y = x^2 - x - 2$, pero nosotros tenemos un interés especial por $0 = x^2 - x - 2$, esto es, el valor de x cuando $y = 0$.
Si una curva de esta forma corta una línea, lo hace en dos puntos, excepto cuando sólo toca la línea sin cortarla, lo que es un caso especial. Puede suceder que la curva permanezca siempre sin cortar el eje x, lo que indica que la ecuación no tiene solución real.
Si existen dos puntos de contacto, hay dos soluciones; esto sucede siempre que la ecuación contiene términos x^2. La presencia de términos x^3 conduce a tres puntos, con tres soluciones de la ecuación.

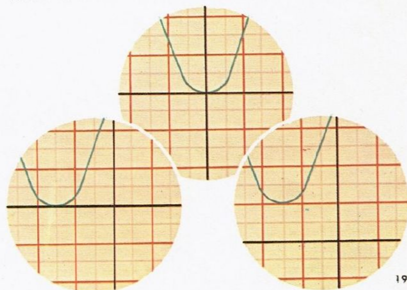


Alterar la escala de cualquiera de los ejes "x" o "y" no tiene efecto sobre la relación, "m", de proporcionalidad entre los grupos de números. La escala de las representaciones gráficas se elige de manera que la representación quepa en el papel.



Empleo de una representación gráfica para resolver la ecuación $0 = x^2 - x - 2$, ecuación cuadrática que presenta dos valores posibles para "x". Las soluciones están dadas por los puntos en que la curva $y = x^2 - x - 2$ corta el eje "x" del gráfico.

(Izquierda) Cuando una curva cuadrática toca el eje "x", las dos soluciones posibles coinciden. (Centro) Una solución: $x = 0$. (Derecha) La curva demuestra que la función representada por "y" nunca puede ser igual a cero. La ecuación no tiene solución.



AMORTIGUACIÓN DE LAS OSCILACIONES

El balanceo de un péndulo, el sonido de un diapasón y el vaivén de los electrones en un circuito oscilante de un aparato de radio son ejemplos de *movimiento oscilatorio*.

Al poner un péndulo en movimiento, la masa se mueve desde su posición de reposo a la máxima desviación hacia un lado, y, a continuación, pasa por la posición de reposo para alcanzar la desviación máxima hacia el lado opuesto. La distancia entre estas dos posiciones, de máxima desviación, se llama *amplitud* de la oscilación. En un péndulo simple, formado por una masa suspendida de un hilo, el balanceo a un lado y a otro se repite muchas veces, pero cada oscilación tiene menor amplitud que la precedente. La razón es que la masa del péndulo necesita energía cinética para mantenerse en movimiento, pero, al moverse, el péndulo tiene que realizar cierto trabajo para vencer las resistencias debidas al rozamiento con el aire, o mecánicas, por lo que se pierde la cantidad equivalente de energía.

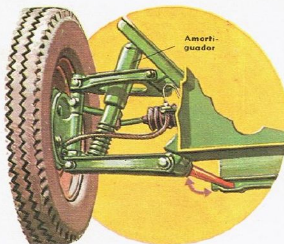
La masa extrae su energía cinética de la energía potencial ganada cuando se encuentra en una posición extrema. En dicha posición, la masa está más alta que en la de reposo, pero, a medida que la amplitud de las oscilaciones va decreciendo, el cuerpo del péndulo alcanza alturas menores al final de su recorrido y, por tanto, dispone de menos energía potencial para trasformar en cinética. Esta disminución gradual de la amplitud de las oscilaciones del péndulo de un reloj se compensa comunicándole, en cada oscilación, la energía perdida, tarea que realizan las pesas, que trasmiten la tensión, a través de una serie de mecanismos, a la rueda de escape. Cada vez que el péndulo oscila, libera parte de la tensión y recibe un impulso de la rueda de escape en el momento más oportuno. Al suceder esto, el peso desciende un poco, o sea, que se emplea parte de la energía potencial del peso para mantener el péndulo oscilando.

Algo análogo sucede en un oscilador eléctrico, formado por un capacitor y una bobina. El capacitor se carga cuando se conecta una pila a sus extremos. Al separar la pila y conectar la bobina a los extremos del capacitor, la energía almacenada en éste se descarga con rapidez, a través de la bobina. La variación brusca de la corriente, en la bobina, crea un campo electromagnético en el espacio que rodea las espiras; así, la energía potencial almacenada en el capacitor se ha trasformado en energía electromagnética en la bobina. Ahora, según una ley básica del electromagnetismo (establecida por Michael Faraday y Heinrich Friedrich Lenz), el campo creado actúa en forma que da lugar a una variación de corriente inversa a la que lo produjo. Así, cuando la corriente irrumpe de pronto en la bobina, es devuelta inmediatamente y carga de nuevo el capacitor. Éste se descarga otra vez, y el proceso se repite.

La magnitud del impulso de corriente debería permanecer invariable en cada descarga sucesiva, si no se tuvieran que vencer resistencias eléctricas en las espiras de la bobina y en los hilos de conexión. De nuevo, lo mismo que en el péndulo, una forma de energía (energía potencial eléctrica) se trasforma en otra (energía electromagnética), y parte de ella se pierde en el proceso. La energía perdida aparece como calor en los conductores; los impulsos de corriente van decreciendo y, finalmente, cesan.

La amortiguación de las oscilaciones se puede evitar, lo mismo que en el péndulo del reloj, inyectando una energía extra al circuito, trabajo que realiza la válvula amplificadora del circuito. La válvula toma energía de la red de alimentación o de la pila, para compensar las pérdidas debidas a la resistencia del circuito. La amortiguación de las oscilaciones es una contrariedad en el reloj o en un circuito eléctrico oscilante, pero, en otras ocasiones, se provoca deliberadamente. Así, cuando un coche pasa por un bache en la carretera, existe una tendencia natural del conjunto del automóvil a iniciar un movimiento rítmico de subida y bajada sobre los elásticos. Los amortiguadores están concebidos pa-

Las vibraciones de la carrocería del coche, producidas cuando pasa sobre un bache en la carretera, se atenúan mediante los amortiguadores.



AMORTIGUACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

En un galvanómetro de bobina móvil, la bobina está suspendida entre los polos de un imán. Cuando la corriente pasa a través de la bobina, ésta gira sobre la suspensión, hasta que el efecto de giro se compensa exactamente con la fuerza ejercida por la suspensión torsionada.

Existe una posición definida, para una corriente determinada, donde la bobina queda en reposo, llamada "posición de equilibrio". En un galvanómetro ideal, la bobina debería alcanzar con rapidez esta posición y permanecer en reposo. En la práctica, la bobina puede desplazarse muy lentamente a la posición de equilibrio, permanecer en ella u oscilar con rapidez, y sobrepasar dicha posición. La forma de comportarse la bobina depende de su grado de amortiguamiento, que puede ser demasiado grande, demasiado pequeño o adecuado. Este último se llama "amortiguamiento crítico".

La amortiguación del movimiento se debe, en parte, a la resistencia del aire, pero principalmente a la "amortiguación electromagnética", producida por una tensión eléctrica en dirección opuesta (fuerza electromotriz en oposición), creada cuando la bobina se mueve en el campo magnético. Así se origina un campo magnético que se opone al movimiento de la bobina. El grado de amortiguamiento depende de la resistencia eléctrica de ésta, y el amortiguamiento crítico se puede conseguir ajustando la resistencia de las espiras.

ra anular esta energía y aminorar las oscilaciones. Cuando debemos medir una corriente eléctrica o tensión empleando un instrumento de bobina móvil, también se presenta una tendencia natural de la bobina a oscilar sobre su posición final, antes de quedar en reposo. Con ello se hace difícil medir con precisión sobre la escala, y es necesario conseguir un cierto grado de amortiguación, para evitar que las oscilaciones continúen.

ONDAS AMORTIGUADAS

La naturaleza de una oscilación se estudia, con frecuencia, registrando en un gráfico la amplitud de las oscilaciones frente al tiempo. Al representar la distancia de la masa del péndulo a su posición de reposo frente al tiempo, se obtiene una onda regular, formada por una serie de *crestas* idénticas y *valles* si se trata de la masa del péndulo de un reloj. Pero, en el caso de un péndulo simple, cada cresta es más pequeña que la precedente. Una onda similar se dibuja en la pantalla de un osciloscopio de rayos catódicos cuando se conectan ambos terminales a la salida de un oscilador eléctrico.

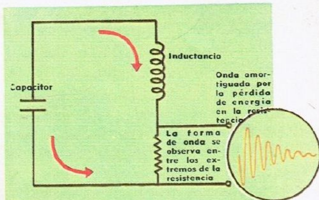
La forma en que la onda se amortigua sigue una ley definida: si se mide la relación

$$\frac{\text{amplitud de la primera onda}}{\text{amplitud de la segunda onda}}$$

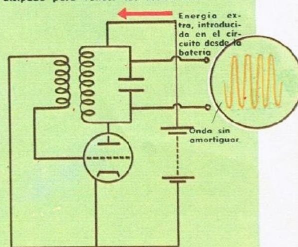
se encuentra que es igual a

$$\frac{\text{amplitud de la segunda onda}}{\text{amplitud de la tercera onda}}$$

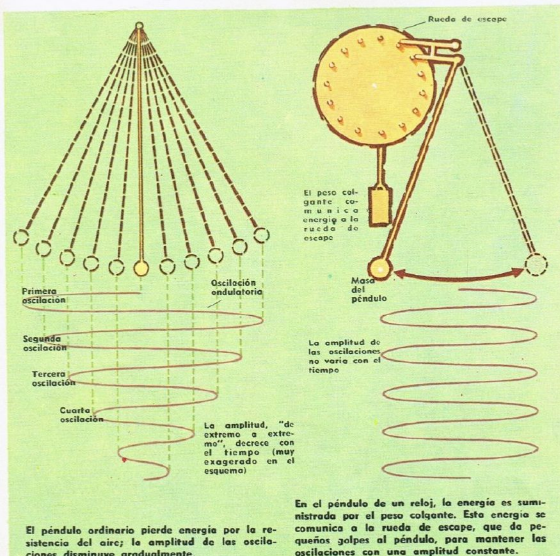
El logaritmo *natural* de esta relación, hallado a partir de las tablas, es lo que se denomina *decremento logarítmico* de la oscilación.
El péndulo tiene una frecuencia de oscilación propia, determinada por la longitud de la varilla o hilo. De la misma forma, casi todos los cuerpos tienen una propia frecuencia de oscilación, y responden cuando se estimulan mediante vibraciones de esta misma frecuencia. El marco de una ventana que no esté bien sujeto vibra, a veces, cuando pasa un avión, si su frecuencia de vibración es idéntica a la del motor de éste.
El mismo fenómeno (llamado *resonancia*) se aplica a las piezas de máquinas. La bancada del motor tendrá una frecuencia propia y, si la frecuencia de rotación del cigüeñal, por ejemplo, iguala a su frecuencia propia, se generan vibraciones peligrosas de gran amplitud. Hay una serie de velocidades o frecuencias de vibración críticas para una pieza determinada de un equipo. Colocando la máquina sobre bloques que absorban las vibraciones, parte de la energía se disipa en dichos bloques; los diseñadores tratan de conseguir que las frecuencias propias de la máquina, sobre sus bloques, sean lo más diferentes posible de las frecuencias de trabajo de ésta. Existen muchos tipos de amortiguadores empleados en la maquinaria. Un primer tipo es aquel en que las vibraciones se absorben venciendo fuerzas de fricción o viscosas. Los bloques de las máquinas son de este tipo, así como los amortiguadores de los vehículos de motor comunes. En máquinas rotatorias, como los equipos generadores, una placa trasmite la fuerza por fricción a un volante provisto de un borde, pero patina cuando el sistema comienza a vibrar, de forma que pierde energía y las vibraciones se amortiguan.
En otros sistemas, un volante gira en un fluido viscoso de silicones, donde la energía de vibración se disipa.



Cuando un capacitor se descarga a través de una inductancia, se producen oscilaciones eléctricas. Estas oscilaciones se amortiguan y, por fin, cesan, a causa de la energía disipada para vencer las resistencias.



En los osciladores eléctricos se introduce energía extra, de una batería, en el circuito, para compensar las pérdidas en las resistencias, con lo que se obtienen ondas de amplitud constante.



El péndulo ordinario pierde energía por la resistencia del aire; la amplitud de las oscilaciones disminuye gradualmente.

En el péndulo de un reloj, la energía es suministrada por el peso colgante. Esta energía se comunica a la rueda de escape, que da pequeños golpes al péndulo, para mantener las oscilaciones con una amplitud constante.

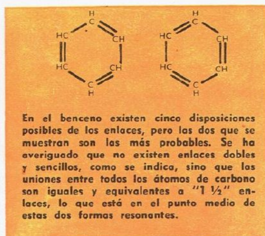
LOS ELECTRONES FORMAN LOS ENLACES



En el ácido clorhídrico, el electrón del átomo de hidrógeno puede compartirse con el átomo de cloro, para formar un enlace covalente, o cederse el átomo de cloro, dando un enlace electrovalente. El enlace que existe, en realidad, es una mezcla de ambos tipos: un "híbrido de resonancia".

Los átomos se mantienen agrupados en las moléculas por los *enlaces de valencia*. Estos enlaces se forman porque los electrones se pueden trasferir de un átomo a otro, y compartirse entre ellos. En una molécula estable, los electrones están dispuestos de forma que cada átomo posee una capa de ocho electrones externos, como las capas más externas de los átomos de los gases nobles inactivos, neón, xenón, etc. Cuando los átomos se aproximan para formar la molécula, consiguen el "número mágico" de ocho electrones compartiendo órbitas electrónicas comunes.

Las distintas maneras en que intervienen los electrones para construir el octeto dan lugar a una serie de formas distintas de enlace en las moléculas. Por ejemplo, en el cloruro sódico, el átomo de sodio tiene un solo electrón en su órbita más externa. Por otra parte, el átomo de cloro tiene siete electrones en su órbita más externa. Para crear una disposición de octeto estable, el átomo de sodio cede su único electrón externo al de cloro, con lo que éste adquiere un octeto completo. El átomo de sodio se queda con el octeto ya completo de la penúltima capa. Por este proceso de trasferencia electrónica, el sodio pierde una carga negativa, trasformándose en un ion positivo, y el cloro gana una carga negativa, pasando a ser un ion negativo. Este es un ejemplo de *enlaces iónicos*, en los que las moléculas están compuestas de iones que se mantienen agrupados, en estado sólido, por las energícas fuerzas de atracción entre iones con cargas opuestas.



En el benceno existen cinco disposiciones posibles de los enlaces, pero las dos que se muestran son las más probables. Se ha averiguado que no existen enlaces dobles y sencillos, como se indica, sino que las uniones entre todos los átomos de carbono son iguales y equivalentes a "1 ½" enlaces, lo que está en el punto medio de estas dos formas resonantes.

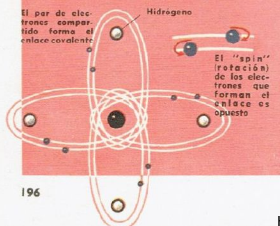
El otro enlace principal es el *covalente*, en el que dos átomos comparten un par de electrones, uno de cada átomo para formar un enlace sencillo. Podemos considerar que el electrón, aparte de otros movimientos, gira sobre sí mismo como un trompo, y este movimiento se describe como *spin* (rotación). Los dos electrones de un enlace covalente tienen "spin" opuesto. Debido a que existe un campo magnético asociado al "spin" del electrón (lo que sucede con una corriente eléctrica circulando por un conductor circular), el "spin" opuesto significa que los dos campos magnéticos se anulan entre sí, y el enlace formado es muy estable. Nunca podríamos haber edificado la gigantesca familia de los compuestos químicos orgánicos si los enlaces covalentes asociados a los átomos de carbono no fueran tan estables.

HÍBRIDOS QUÍMICOS

Aunque la naturaleza de los enlaces iónicos y covalentes es bien conocida, existen muchos compuestos químicos importantes en los que no es posible decidir el tipo de enlace que presentan. Por ejemplo, el ácido clorhídrico (ClH) es líquido a bajas temperaturas, y hay razones de mucho peso para suponer que los átomos de cloro e hidrógeno están unidos por un enlace covalente sencillo. En estado puro, el líquido no ioniza con facilidad ni actúa como un ácido; luego, la naturaleza no iónica del enlace es una explicación razonable. Sin embargo, el ácido clorhídrico actúa, a veces, como si fuera un compuesto iónico. Parece como si la estructura real de la molécula fuera una mezcla de dos estructuras, aunque predomine la covalente.

Puede resultar extraño que la estructura de una molécula no sea ni una cosa ni otra, pero la ciencia moderna ha demostrado que los electrones no están nunca fijos en una sola posición. Lo único que se puede afirmar es que existe una probabilidad alta o baja de que el electrón se encuentre en una posición determinada. La existencia de estos híbridos se llama *resonancia* o *mesomería*, y otro ejemplo importante es la estructura del anillo bencénico. En él se presenta la posibilidad de resonancia entre cinco estructuras distintas, todas ellas con enlaces covalentes. Se ha demostrado que dos de estas posibles estructuras son las más probables, y el anillo bencénico es, de hecho, un *híbrido de resonancia* de estas dos.

Cada uno de los cuatro electrones más externos del carbono forma un enlace covalente con un electrón de un átomo de hidrógeno. Los dos electrones que forman un enlace tienen "spins" opuestos, con lo que sus campos magnéticos se anulan entre sí.

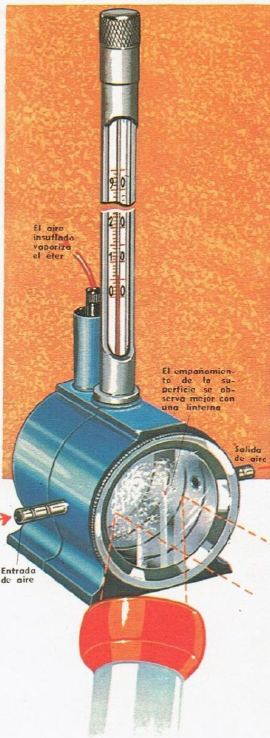




El sodio tiene un solo electrón en su capa mas externa, y el cloro, siete. El atomo de sodio da al de cloro su electrón, para que consiga el "número mágico" de ocho electrones. Así se forman un ion sodio positivo (Na^+) y un ion cloro negativo (Cl^-), que integran el cloruro sódico.

MEDIDA DE LA HUMEDAD

Luego de desembarcarlos, los plátanos o bananas se llevan a un depósito para que maduren. Durante la maduración, es necesario controlar cuidadosamente la humedad relativa, con el fin de que el fruto no se deteriore. En general, para conservar una serie de materiales —como alimentos, libros y obras de arte— debe mantenerse constante el valor de la humedad relativa del aire; los instrumentos para medir dicha humedad relativa se llaman *higrómetros*.
Un tipo sencillo de higrómetros es el *higrómetro de punto de rocío*, formado por una lámina metálica pulimentada, que se enfría haciendo burbujear aire a través del éter contenido en un recipiente situado en la cara posterior de la lámina. El éter que se evapora toma su calor latente de vaporización del resto, haciendo descender su temperatura. Un termómetro mide la temperatura del éter. A medida que la placa se enfría, la película de aire o gas (cuya humedad queremos determinar), en contacto con la superficie pulimentada, se enfría también, hasta que se satura y el vapor de agua se condensa en diminutas gotitas sobre la superficie pulimentada. La temperatura a que se forma este rocío se llama *punto de rocío*. Al cesar el burbujeo del aire a través del éter, la lámina se calienta de nuevo y la condensación desaparece. Para hallar un valor preciso del punto de rocío, se leen las temperaturas del éter cuando aquél aparece y desaparece, calculándose la media.
A la temperatura del punto de rocío, el vapor de agua que se encuentra presente en el aire es suficiente para saturarlo, y por ello se forman las gotitas de rocío. Este vapor de agua ejerce una presión que se conoce como *presión de vapor de saturación*, y se encuentra en unas tablas. Esta presión, dividida por la del vapor de saturación, a la temperatura medida en el ambiente (que se toma también de las mismas tablas de presión de vapor), y multiplicada por cien, es la humedad relativa porcentual.
Así se miden, de manera sencilla y precisa, los puntos de rocío y las humedades relativas, pues el empañamiento de la superficie pulimentada se observa con facilidad, en especial si se ilumina con una linterna eléctrica.
Existe una serie de modificaciones del higrómetro básico, empleadas en los modernos higrómetros de punto de rocío. En una versión, el enfriamiento se consigue pasando una corriente eléctrica a través de una soldadura de dos metales diferentes, y la temperatura, en el punto de rocío, se mide por una termocupla soldada detrás del espejo.



Higrómetro de punto de rocío. El momento exacto en que el rocío aparece se aprecia reflejando una luz sobre el espejo.

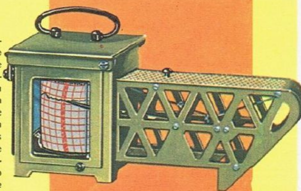
HUMEDAD RELATIVA

Las moléculas de agua en un líquido están en estado de continua agitación. En uno y otro momento, algunas moléculas consiguen suficiente energía para escapar del líquido y penetrar en la atmósfera, trasformándose en moléculas de vapor de agua. Esto es la evaporación. Un plato de agua abandonado en una habitación se evapora totalmente de esta forma. Si el agua está en el fondo de una botella cerrada, al principio, sus moléculas abandonan la superficie y se evaporan en el espacio superior. Pero el espacio se llena cuando por fin el número de moléculas que abandonan la superficie (se evaporan) iguala a las que vuelven a ella (se condensan). En este momento, la evaporación neta es nula y se dice que el aire está "saturado". En el estado de saturación, si se inyecta vapor de agua, el número de moléculas en exceso se condensa rápidamente, pasando al estado líquido.
Si la temperatura de la botella desciende, parte del vapor se condensa sobre las paredes, y, si aumenta, se evapora más líquido. Esto demuestra que la cantidad de vapor de agua necesario para saturar un volumen determinado de aire depende de la temperatura. El vapor de agua ejerce una presión que, en el punto de saturación, se llama "presión de vapor de saturación". La humedad relativa se define por

$$\frac{\text{presión de vapor real}}{\text{presión de vapor de saturación}} \times 100$$

HIGRÓMETRO DE CABELLO

Un higrómetro que se emplea con frecuencia en los museos es el de cabello, que se basa en la propiedad de un cabello de alargarse cuando está húmedo. En el higrómetro, un extremo del cabello se arrolla a un tambor, y el otro va unido a un resorte en espiral. Cuando el cabello se estira, mueve una plumilla sobre una carta de registro o un indicador. Los higrómetros de cabello tienen la ventaja de que se pueden emplear fácilmente como instrumentos de registro. Sin embargo, al cabo de cierto tiempo, el hilo se "fatiga" y se alarga permanentemente, por lo que el higrómetro debe ser calibrado de nuevo.



FORMACIÓN DE LAS CUEVAS

Las cavidades subterráneas que se forman naturalmente se llaman *cuevas* o *cavernas* y *grutas*, para distinguirlas de los túneles y minas excavados por el hombre. Las cuevas han dejado de ser un simple objeto de la curiosidad humana para dar lugar a una nueva ciencia: la *espeleología* (del griego *spelaion* = cueva).
La espeleología abarca muchos campos científicos: geología, química, física y biología. Los espeleólogos quieren saber cuáles son las condiciones físicas debajo del terreno, qué organismos viven allí y qué criaturas se refugiaron en otros tiempos en las cuevas. Pero, quizá, su enigma fundamental es saber cómo se han formado éstas.

FORMACIÓN DE LAS CUEVAS

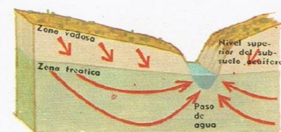
Cualquier tipo de rocas contiene huecos, característica que se denomina *porosidad*. Los "huecos" pueden ser poros entre partículas de sedimento (*porosidad primaria*) o fisuras abiertas según planos de menor resistencia (*porosidad secundaria*). Los tres tipos de planos de mínima resistencia que tienen importancia en la formación de cuevas son: *planos de yacimiento* (líneas de contacto que separan rocas de diferente composición y propiedades físicas), *fallas* (que marcan un desplazamiento de rocas producido por fracturas en la corteza terrestre) y *grietas* (fracturas abiertas en las rocas sometidas a tensiones).
Estos planos de mínima resistencia, y no los poros, tienen realmente importancia en la formación de cuevas. Los huecos son inicialmente muy pequeños, pero se van agrandando por la acción de los agentes naturales, como el agua o las corrientes marinas.

FORMACIÓN DE CUEVAS MARINAS

El mar excava cuevas en todos los tipos de rocas. Las olas que golpean los acantilados atacan los planos de mínima resistencia. El agua que se precipita contra las rocas atrapa aire en las pequeñas aberturas ya existentes. Este aire, enormemente comprimido (junto con los golpes o rompimento de las olas), es el gestor inicial de la desintegración de las rocas.
Todos los tipos de rocas que afloran en las costas sufren estos efectos, y las cuevas se pueden formar en todas ellas. Sin embargo, las rocas *débiles*, como las arcillas blandas, no poseen la rigidez estructural necesaria y las cuevas se hunden rápidamente cuando empiezan a formarse. En las rocas más duras —piedra arenisca, calizas y rocas ígneas— se forman cuevas mayores y más duraderas, en especial donde la acción de las aguas es enérgica.
Cuando el nivel de la costa sube, se pueden encontrar cuevas en el interior, que se formaron por la acción de las olas.

FORMACIÓN DE CUEVAS FUERA DE LAS COSTAS

En general, la acción de las aguas en movimiento, a través de las rocas, es el factor principal en la formación de las cuevas tierra adentro; concretamente, la acción corrosiva del agua (erosión hidráulica) —su capacidad para disolver las rocas al atravesar-

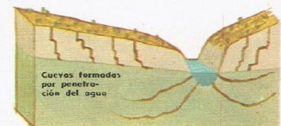


La zona vadosa yace sobre el nivel superior del subsuelo acuífero, y la freática, por debajo. En la primera, el movimiento depende de la gravedad. En la segunda, la causa del movimiento es la presión de agua; los canales son más horizontales e, incluso, pueden tener pendientes ascendentes.

Por filtraciones y hundimiento del techo, las cuevas se trasforman en cavernas (derecha). Un hundimiento total del techo, a lo largo de una línea de cavernas, puede dar lugar a un desfiladero seco de calizas. (Izquierda) Posiblemente, el desfiladero de paredes verticales de Cheddar, de las colinas de Mendip, en Somerset (Inglaterra), tiene este origen.







las— es la causa más importante. La acción mecánica debida al agua en movimiento no produce efectos tan marcados. Por ello, las cuevas se encuentran raramente en rocas ígneas o areniscas, y están localizadas en terrenos calizos.

Las rocas calizas se hallan compuestas por un mínimo de un 50 % de carbonato cálcico, a veces acompañado de ciertas cantidades de carbonato magnésico. El agua pura no ejerce una acción apreciable sobre la caliza, pero la de lluvia —al atravesar el aire y, principalmente, al penetrar las capas superficiales del suelo—, se carga de anhídrido carbónico: se trasforma en una disolución diluida de ácido carbónico. Éste reacciona con el carbonato cálcico insoluble y da lugar al bicarbonato de calcio, una sal soluble que arrastran las aguas.

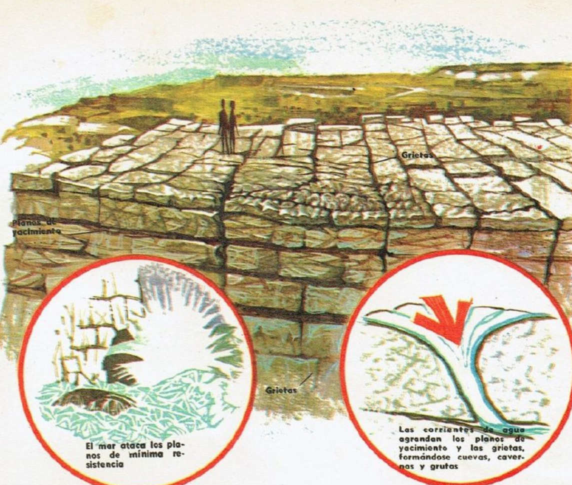
De cualquier forma, no todas las calizas son adecuadas para la formación de cuevas, porque es necesario que sus capas sean gruesas y reciban suficiente cantidad de agua de lluvia. Además, los planos de mínima resistencia deben estar dispuestos adecuadamente. Cuando las grietas y planos de yacimiento están muy próximos entre sí, el agua encuentra demasiadas aberturas disponibles y no se forma una sola vía de grandes dimensiones. Es necesario que los planos estén muy espaciados, con vertientes localmente concentradas por una adecuada disposición de los accidentes del terreno. La corrosión da lugar a entradas de cuevas en forma de embudo (*agujeros de desagüe*).

Para predecir dónde existen probabilidades de formarse las cuevas en una zona caliza, es muy importante la consideración del nivel superior del subsuelo acuífero. Por debajo de este nivel, todas las cavidades de la roca están permanentemente rellenas de agua, formando la zona llamada *freática*. Por encima, las rocas no están saturadas —*zona vadosa*—, y el agua las atraviesa para alcanzar la zona inferior.

Es evidente que las cuevas se formarán en la zona vadosa. El agua cargada de anhídrido carbónico desciende por la acción de la gravedad, y los caminos seguidos pueden ser planos de yacimiento o grietas casi verticales.

En la zona freática, el agua también se mueve —aunque no con la misma rapidez que en la zona vadosa— y, finalmente, se descarga, por filtración, en los mares o en los ríos. El movimiento tiene su origen, más que en la gravedad, en la presión hidrostática, debida a que el nivel superior de las aguas, en los puntos que afloran, es inferior al nivel en el resto del manto acuoso subterráneo. El agua puede desplazarse, incluso, contra la gravedad en zonas que se encuentran a un nivel inferior al punto final de descarga. Las cuevas que se originan en la zona freática siguen, en general, caminos más horizontales que las de la zona vadosa, y pueden seguir la pendiente ascendente de las colinas. Es indudable que el agua que fluye en ambas zonas ha jugado un papel muy importante en el origen de las cuevas. Sin embargo, por un descenso del nivel de las aguas, como consecuencia de la sequedad del clima o porque un río próximo corte un lecho más profundo, la zona freática se puede trasformar en vadosa, y la cueva queda modificada por el agua que se mueve directamente debido a la acción de la gravedad.

Por hundimiento de las rocas, la cueva puede agrandarse considerablemente, trasformándose en una *caverna*. No obstante, los grandes desprendimientos de rocas pueden bloquear en forma apreciable la salida del agua, que se ve forzada a circular por otro paso, con el resultado de que la disposición inicial se altera. Algunos hundimientos del techo pueden acusarse por depresiones en el terreno superior y, en casos en que el fenómeno tenga grandes proporciones, pueden dar lugar a la formación de desfiladeros.

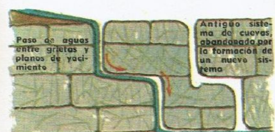


Escarpados de caliza, que muestran los planos de yacimiento y las grietas. Tales planos de mínima resistencia son aprovechados por los agentes climatológicos, pudiendo dar lugar a cuevas. (Círculos) El mar y las corrientes de agua son los agentes más importantes en su formación.

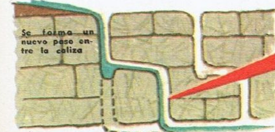
FORMACIONES EN LAS CUEVAS

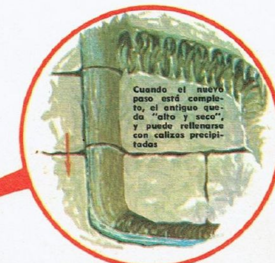
El agua pura ejerce poco efecto sobre la caliza —solo disuelve entre 20 y 74 partes por millón, en peso, de carbonato cálcico—, pero la que contiene anhídrido carbónico disuelve hasta 400 partes por millón. Parte del anhídrido carbónico proviene de la atmósfera, pero la mayoría lo recoge el agua de lluvia al filtrarse a través del suelo.

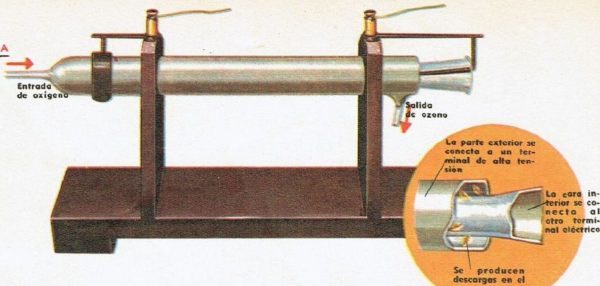
De esta forma, el agua carbonatada que se filtra por los poros y fisuras de la roca caliza, la disuelve con facilidad. Sin embargo, cuando el agua penetra en una cueva espaciosa de la zona vadosa, donde el anhídrido carbónico del aire es el mismo que el de la atmósfera, éste se desprende del agua y la caliza se deposita. Debido también a las corrientes de aire, las gotas de agua se evaporan, precipitando la caliza. Esto es el reverso exacto del fenómeno de corrosión. Tales precipitaciones en las cavernas espaciosas y aireadas de la zona vadosa dan lugar a las estalactitas, estalagmitas y *cascadas heladas*. También se pueden formar estructuras mucho menos conocidas, más irregulares, pero igualmente bellas.



Los sistemas de cuevas no son estáticos y ocurren cambios continuamente. Vemos cómo un nuevo canal forma una desviación del paso primitivo, por el que ya no circulará el agua. Al quedar seco y "más alto", con los años puede formar estalactitas y otros depósitos calizos.





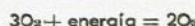


OZONO

Producción de ozono en el laboratorio. El oxígeno pasa por el tubo de ozonización, que está formado por dos tubos de vidrio. La superficie exterior del tubo externo y la interior del interno están forradas con una delgada lámina metálica. Las descargas de alta tensión que atraviesan la superficie del vidrio pasan a través del oxígeno, para formar ozono.

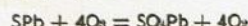
El oxígeno es el más abundante de los elementos; aproximadamente, una quinta parte de la atmósfera está formada por él, al que se lo respira para trasformar los alimentos en energía. El oxígeno del aire se halla en forma de moléculas *diatómicas* (O_2) —pares gemelos de átomos de oxígeno—, pero también puede existir en otra forma, en la que las moléculas están formadas por tres átomos de oxígeno (O_3), forma *alotrópica* de este elemento, que se llama *ozono*. Sus propiedades químicas son muy diferentes de las del oxígeno ordinario, y es muy venenoso. Se encuentra en la atmósfera en muy pequeñas cantidades —las mayores concentraciones están a altitudes elevadas, donde se forman por la acción de los rayos ultravioletas sobre el oxígeno.

La molécula de ozono es una versión de elevada energía del oxígeno ordinario. Es necesario comunicar energía a las moléculas de oxígeno (en general, eléctrica) para conseguir que se unan y formen ozono.



$$3O_2 + \text{energía} = 2O_3$$

Una vez formada, la molécula de ozono es activa y muy inestable, por lo que se trasforma con facilidad en oxígeno ordinario. Es un agente oxidante muy enérgico. Por ejemplo, el ozono oxida el sulfuro de plomo, dando sulfato de plomo



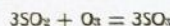
$$SPb + 4O_3 = SO_4Pb + 4O_2$$

y el sulfato ferroso (en presencia de ácido sulfúrico diluido), para dar sulfato férrico:



$$2SO_4Fe + O_3 + SO_4H_2 = (SO_4)_3Fe_2 + H_2O + O_2$$

En estas reacciones, las moléculas de ozono ceden un solo átomo de oxígeno, pero en otras interviene toda la molécula. Por ejemplo, el anhídrido sulfuroso se oxida para dar anhídrido sulfúrico; en el proceso intervienen los tres átomos de oxígeno:



$$3SO_2 + O_3 = 3SO_3$$

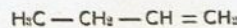
Aunque el ozono está presente en muy pequeñas cantidades en la atmósfera, su poderosa acción oxidante, ejercida durante cierto período, es la causa de que se resquebrajen las cubiertas de goma de los coches; para evitarlo, se agregan antioxidantes al caucho.

Existen importantes compuestos orgánicos que contienen enlaces químicos no saturados, dobles o triples, y el químico necesita conocer dónde están situados en la molécula. El ozono se emplea en análisis porque se une a los enlaces no saturados para formar los *ozónidos*, compuestos inestables y explosivos. El compuesto que se investiga se disuelve en un disolvente orgánico, haciéndose burbujear ozono para formar el ozónido. En el butileno, por ejemplo, el enlace de ozónido se puede formar en el doble enlace que existe entre el segundo y tercer átomos de carbono:



$$H_3C-CH=CH-CH_3$$

o entre el tercero y cuarto átomos de carbono:



$$H_3C-CH_2-CH=CH_2$$

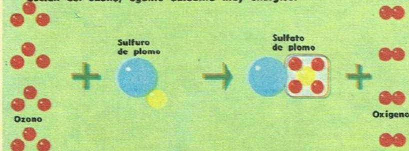
Si el compuesto resultante se calienta suavemente en agua, se rompe por el enlace de ozónido. En la primera reacción se forman acetaldenído (CH_3-CHO) y ácido acético (CH_3-COOH), conteniendo ambos dos átomos de carbono. De los compuestos que se forman en la segunda reacción, uno contiene tres átomos de carbono, y el otro, un solo átomo. Por identificación de los compuestos resultantes se puede localizar la posición del doble enlace en el compuesto estudiado.

Para obtener ozono, se hace circular oxígeno ordinario a través de un tubo, donde se lo somete a descargas eléctricas silenciosas. Los electrodos están cubiertos de material aislante (vidrio o mica), de forma que la corriente de descarga es baja, y se aplican altos impulsos de tensión entre los electrodos. Es necesario practicar este método para que el oxígeno adquiera la energía que necesita para trasformarse en ozono; pero, al mismo tiempo, éste no debe calentarse excesivamente, pues la molécula se rompería de nuevo, para dar oxígeno ordinario.

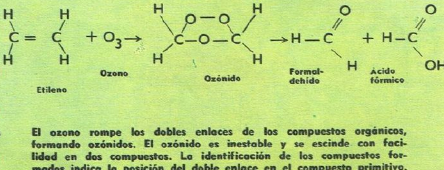
El gas es de color azul pálido y tiene un olor fuerte. Se emplea para esterilizar agua y para impedir el crecimiento bacteriano en los almacenes de alimentos. Su propiedad de formar ozónidos tiene aplicación en una serie de procesos industriales y en la fabricación de fármacos y de agentes plastificantes.

EL OZONO COMO AGENTE OXIDANTE

El sulfuro de plomo se oxida, para dar sulfato de plomo, por la acción del ozono, agente oxidante muy enérgico.



DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN DEL DOBLE ENLACE



El ozono rompe los dobles enlaces de los compuestos orgánicos, formando ozónidos. El ozónido es inestable y se escinde con facilidad en dos compuestos. La identificación de los compuestos formados indica la posición del doble enlace en el compuesto primitivo.

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

SIDERURGIA (II). HIERRO DULCE Y ACERO

Como se expuso en esta misma sección del número anterior, del alto horno se obtiene, directamente, la **fundición** o **hierro colado;** este material posee algunas impurezas y está prácticamente saturado de carbono; ello determina que sea frágil y quebradizo, aunque muy duro. El **hierro dulce** tiene poco contenido en carbono y escasas impurezas; por esta razón, es muy maleable (se puede laminar), resistente a los esfuerzos de tracción y se puede soldar.

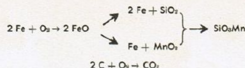
El hierro dulce se utiliza desde épocas muy remotas; tiempos atrás, se obtenía por el método de la "forja catalana", en el que se trataba directamente la mena con carbón vegetal; el producto obtenido se llamaba (y aún se denomina en algunas regiones) **hierro forjado.** Hoy día se parte del hierro colado, que se trata en un horno de reverbero, para eliminar las impurezas de óxidos y de carbono; esta operación, que se llama **pudelado,** consiste en fundir el hierro colado, con lo que se separan escorias de óxido de hierro (Fe_2O_3), que se descomponen liberando oxígeno (O_2); éste se hace pasar a través de la masa fundida para formar anhídrido carbónico (CO_2) y, así, el carbono que impurifica se puede eliminar parcialmente del hierro.

Los **aceros** son hierros exentos de impurezas (Mn, Si, P, etc.) y con un contenido fijo de carbono, menor que el de la fundición pero mayor que el del hierro dulce. Por regla general, el contenido en carbono de los aceros oscila entre el 0,05 y el 1,8 %.

Las características de los aceros se deben a la compleja y particular disposición de su red metálica. En esta red, además de otros metales existen distintas formas alotrópicas del hierro, con diversa proporción de carbono. Estas formas alotrópicas pueden ser: **austenita, cementita, ferrita y perlita.**

El acero es duro y posee gran resistencia a la tracción, a la flexión, a la compresión y a la torsión. La dureza la adquiere durante un proceso llamado **temple,** que consiste en calentar el acero y, a continuación, enfriarlo rápidamente, siguiendo diversas técnicas.

Existen tres métodos generales para obtener el acero. En el método del **convertidor de Bessemer** se parte del hierro fundido; este material se introduce en el convertidor (recipiente con forma de pera) y, seguidamente, se inyecta aire a presión. El oxígeno (O_2) del aire produce con las impurezas y el hierro las siguientes reacciones:



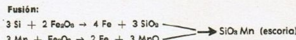
Como es fácil observar, el silicio y el manganeso rinden finalmente un silicato de manganeso, que se separa con facilidad en forma de escoria; el carbono se elimina como anhídrido carbónico (gaseoso). Para eliminar el fósforo (P), cuando existe en gran cantidad hay que agregar piedra caliza; ésta forma, entonces, una escoria básica, que también se puede separar con facilidad.

Como la eliminación del carbono es indiscriminada, finalmente hay que agregar el necesario para conseguir el grado de carburación exigible al tipo de acero de que se trate.

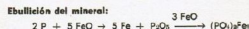
El método de **Siemens-Martin** se realiza en un horno parecido a los de reverbero; en dicho horno tiene lugar la oxidación de las impurezas mediante chatarra de hierro (óxido férrico); el fósforo se elimina con mena (óxido ferroso) y con piedra caliza.

En suma, en el horno se introduce hierro colado, chatarra, mena y piedra caliza, verificándose los siguientes procesos:

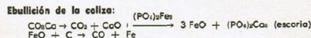
Fusión:



Ebullición del mineral:



Ebullición de la caliza:



El método **eléctrico** constituye más bien un proceso de purificación del acero obtenido por el método de Siemens-Martin. El horno se calienta mediante energía eléctrica, y se utilizan parecidas materias primas que en el método anterior; primero se trabaja con una escoria oxidante, y después con una reductora. Por la naturaleza de la energía utilizada en este proceso (electricidad), el acero obtenido resulta de elevado precio, pero libre de impurezas y con una dosificación de carbono muy exacta; todo ello es la causa de que el método sea ventajoso para elaborar aceros de alta calidad.

CORREO DE LECTORES

A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.

Por eso, esta ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, que en un principio se había programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.

Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de TECNIRAMA, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la búsqueda y consulta de cualquier artículo.

LOS "FÓSFOROS" DE LOS TELEVISORES

Creo que el término "material fosforescente", empleado en el nº 89 de TECNIRAMA para designar la sustancia que impregna la pantalla o tubo de televisión, es incorrecto. M. J. F.

Se ha utilizado este término conscientemente, porque en la lengua española no existe otro que defina de forma correcta la naturaleza de la sustancia de impregnación de las pantallas. Emplear "fósforo", es decir, la traducción literal del vocablo inglés "phosphorus", que aparece en toda la bibliografía técnica de televisión inglesa y estadounidense, resulta aún más confuso.

Aparte del elemento químico, por fósforo nosotros entendemos el implemento para producir fuego, y podría suponerse que el recubrimiento interior de las pantallas se realiza con una pasta análoga a la que se emplea en la cabeza de aquél.

En realidad, en el "argot" de los técnicos electrónicos de habla española se emplea mucho la palabra "fósforos" para nombrar las sustancias a que nos referimos; ellos entienden su significado perfectamente, pero un público no especializado podría confundirse.

Por otra parte, ni siquiera el término inglés indica inequívocamente las características de este complejo producto, pues en él se producen no sólo fenómenos de fosforescencia sino también de fluorescencia. Por tanto, la denominación "material fosforescente", que indica vagamente una de las propiedades de la sustancia, nos parece menos incorrecta y comprometida que la de "fósforo", cuyo significado es distinto para nosotros, y tiene menor alcance y limitaciones más precisas.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

OBTENCIÓN DE COLESTERINA

Desearíamos información sobre algún método para obtener colesterol. C. A. B., C. E. T. y L. A. Z.

El colesterol, o colesterina, es una sustancia compleja que se encuentra en la mayor parte de los tejidos animales. Fue aislado por primera vez en 1763, por Poulletier de la Salle.

Su fórmula condensada es $C_{27}H_{45}OH$, y constituye una de las muchas sustancias que se agrupan, por su análoga estructura química, en los derivados de **ciclopentanofenantreno.** Estos análogos químicos son, entre otros, la ergosterina, los ácidos biliares, las hormonas sexuales, los glucósidos de la digital, las saponinas, etc.

Debido a la complejidad de la molécula, no se suele intentar la síntesis química del colesterol, por lo que se obtiene normalmente a partir de tejidos orgánicos, con frecuencia de vísceras.

Se puede utilizar cerebro (sesos) de animales —por ejemplo, de cordero, de vacuno o de caballo—, y se obtienen otros productos, como la cefalina, que pueden ser más interesantes aún que la colesterina.

Se parte de unos 3 Kg. de sesos frescos, que se secan a vacío y a 60° C. durante 8 horas. Al cabo de este tiempo se recogen unos 600 gramos de sesos desecados, que se someten a las operaciones que detallamos a continuación:

a) **Desengrasado.** Se añade a los sesos secos un litro y medio de acetona y se agitan; se descarga la acetona y se reserva. Los sesos se vuelven a tratar con un litro de acetona y se agitan; nuevamente se separa la acetona, que se une al resto anterior y se reserva. Se procede a una nueva extracción de los sesos con otro litro de acetona, reservando también la acetona final. Para terminar, se realiza un último lavado de los sesos con 400 cm^3 de acetona; después de agitar, se la separa. Como resultado de todas estas operaciones se obtienen dos productos: sesos desengrasados, que servirán para obtener cefalina, y cerca de 4 litros de acetona, que contienen en disolución la colesterina y otros productos que no detallaremos.

b) **Cristalización de la colesterina.** La acetona procedente de las extracciones anteriores se introduce en un matraz de destilación con su refrigerante; se calienta en baño de agua (baño maría) para que destile la acetona. De esta forma, se va concentrando la solución acetónica, y llega un momento en que empieza a precipitar la colesterina; entonces, se deja enfriar para que trascurra bien la precipitación. Seguidamente, se filtra la suspensión de cristales, sobre papel de filtro, obteniéndose una colesterina bruta.

c) **Recristalización de la colesterina.** La colesterina bruta se disuelve de nuevo en una mezcla, más bien caliente, de alcohol y éter a partes iguales; se le agrega un poco de carbón animal, se agita y se filtra, también en caliente. El carbón absorbe impurezas, que quedan en el filtro, y así se obtiene una solución límpida de la que, al enfriarse, precipita una colesterina bastante pura. De los 3 Kg. de sesos frescos se obtienen unos 100 g. de colesterol.

d) **Obtención de cefalina.** Los sesos desengrasados, procedentes de la etapa **a**, se desecan al aire y se pulverizan finamente. Al polvo se le agrega un litro de éter anestésico, se agita y se separa éste, que se reserva. Al producto se le vuelve a agregar un litro de éter, y se hacen las mismas operaciones. Se efectúa una última extracción con medio litro de éter.

Los dos litros y medio de éter recogidos se concentran (por destilación o evaporación) hasta un volumen de 900 cm^3. Seguidamente, se le agregan 4 litros de alcohol absoluto, con lo que empieza a precipitar la cefalina. Finalizada la precipitación, se filtra a vacío y se deja secar; así se obtiene una cefalina algo impura. Para purificarla se redisuelve en un litro de éter y se vuelve a precipitar con 4 litros de alcohol; se deja decantar, se filtra a vacío y se lava el producto, sobre el mismo filtro, con alcohol absoluto y acetona. La cefalina se coloca entonces en una cápsula de porcelana y se introduce en una estufa a 37° C., durante dos días, para terminarla de secar. El rendimiento es de unos 30 gramos de cefalina purificada.

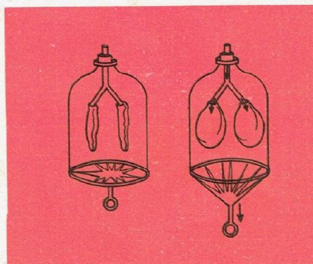
Y PARA CONCLUIR...

CÓMO FUNCIONA EL PULMÓN

La respiración es un proceso muy simple. El tórax constituye una caja en cuyo interior se encuentran los pulmones, sacos de un delicado tejido que presentan una gran superficie y que están en comunicación con el exterior por la nariz y la boca.

La base inferior de la caja torácica se cierra por medio del diafragma, una lámina elástica de tejido muscular. Cuando se inspira, aumenta el volumen de la caja torácica, porque baja el diafragma y suben las costillas, movidas por la contracción de los músculos intercostales. El aumento de volumen se traduce en una disminución de la presión en el interior de la caja torácica, es decir, de la presión sobre los pulmones; al ser menor la presión exterior de los pulmones que la interna (que es la atmosférica), los sacos se dilatan y entra aire en ellos. Esta dilatación continúa hasta que su incremento de volumen iguala al que experimentó anteriormente la caja torácica; en dicho momento, vuelven a igualarse las presiones en ésta y en el interior de los pulmones, y cesa la dilatación. La espiración es un proceso pasivo; el diafragma y las costillas vuelven a su posición inicial, se presiona sobre los sacos pulmonares y ello determina la expulsión del aire.

Se puede realizar un sencillo experimento que demuestra bastante fielmente este mecanismo de la respiración. Se prepara un recipiente de cristal sin fondo (véase la figura); en la boca se ajusta un tapón perforado por un tubo de vidrio, que termina, por el interior del recipiente, en dos salidas, como una Y invertida; en los extremos de ambas salidas se sujetan dos globos desinflados (los pulmones), como los que utilizan los niños para sus juegos, y en la base del recipiente se sujeta también una membrana de goma (el diafragma) con una argolla, para poder tirar de ella. Cuando se aumenta el volumen del recipiente al estirar hacia abajo la argolla, los globos se inflan (figura de la derecha, o inspiración); si se la suelta, vuelve a su posición primitiva y los globos se desinflan (figura de la izquierda, o espiración).



PRECIOS DE VENTA (Rigen tambien para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	50.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHÍLE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 21 de marzo de 1966.

Nº 128

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: A. F. HILL (Harvard University), viveros de plantas. A. BEISER (Columbia University), William Henry Bragg. J. M. CARROLL (Managing Editor Electronics Magazine), diodos túnel. R. W. WANGER (Univ. Massachusetts), reglas elementales. E. S. GILREATH (Washington and Lee University), el cloro y sus compuestos. T. ROSEBURY (Washington University), la enfermedad del sueño y la mosca tsetsé. H. A. WALLACE (Asphalt Institute), construcción de carreteras. E. J. ANGELO (Polytechnic Institute of Brooklyn), las válvulas y sus características. R. H. HERBER (Rutgers University), elementos de transición. K. B. HENDERSON (Univ. Illinois), sistemas de numeración.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S. A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 128

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

VIVEROS DE PLANTAS. — Se observa cómo son sujetados los estambres de una espiga en flor, para extraer luego el polen. (Izquierda) Variedades de cereales obtenidas por selección artificial.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

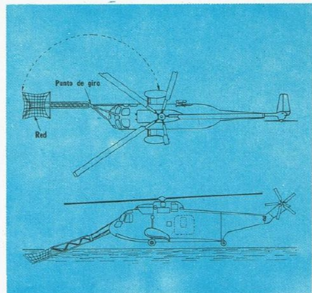
Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

La "pesca" de los astronautas. — Como es sabido, todos los astronautas estadounidenses, al terminar su órbita en el espacio, descienden en su cápsula (provista de paracaídas) hasta el mar; allí son auxiliados por hombres rana y, finalmente, se los iza a un helicóptero, que los conduce hasta el portaaviones de destino.

La N.A.S.A. ha puesto a punto nuevos helicópteros que simplifican extraordinariamente estas operaciones de rescate. En su extremidad delantera disponen de una red de material plástico, reforzada con hilos de acero (véase la figura) y sostenida por un brazo giratorio de aluminio. El piloto pesca literalmente al astronauta del agua, lo eleva y, mediante el giro del brazo, lo conduce a la parte lateral del helicóptero, donde está la puerta de acceso.





NOTICIAS DE MAÑANA

Buen futuro para el motor Wankel. — A pesar de los enormes intereses creados en la industria automovilística, el motor Wankel tiende a imponerse como medio de propulsión para los más diversos vehículos. Su sencillez, economía, ausencia de vibraciones, rendimiento, posibilidad de utilizar una amplia gama de carburantes, etc. constituyen razones más que suficientes para justificar esta revolución en el campo del motor.

La propietaria de la patente es la conocida firma alemana NSU, que ha cedido licencias a unas 17 organizaciones de todo el mundo, entre ellas, soviéticas, estadounidenses, inglesas, etc. El último acuerdo se firmó con la importante empresa británica Rolls-Royce, que pretende aplicar el fantástico motor rotatorio a vehículos militares. Anteriormente, la firma británica había diseñado para la NATO un motor convencional de émbolo que puede utilizar indistintamente petróleo o gasóleo; pero el motor Wankel debe ofrecer ventajas superiores en este sentido, puesto que consiguió la licencia con rapidez. En la actualidad, trabaja junto con la empresa estadounidense Curtiss-Wright Corporation en el diseño de motores Wankel. La firma alemana Fichtel y Sachs tiene ya en el mercado motores rotatorios, de tipo ligero, para usos industriales; asimismo, la experiencia acumulada en motores rápidos para motocicletas es muy favorable al motor Wankel.

Aparte de estas licencias, la empresa Regie Renault de Francia, en colaboración con la estadounidense General Motors Corporation, está estudiando motores rotatorios originales (distintos, por tanto, al Wankel, pero inspirados en su funcionamiento). La impresión general en los medios automovilísticos es que, en los próximos diez años, los motores convencionales de émbolo serán desplazados por los rotatorios.



Variedades de trigo, producidas por mutación artificial. En los viveros de plantas se utilizan tanto las variedades naturales como las artificiales.

VIVEROS DE PLANTAS

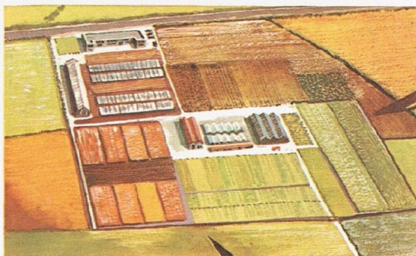
Con un pequeño pincel o escobilla, Juan Gregorio Mendel trasfirió el polen de una flor de guisante al estigma de otra, perteneciente a una variedad de tallo más corto. Plantó las semillas que se produjeron y esperó pacientemente, para comprobar la altura que alcanzarían los tallos de la nueva planta. Estos hechos ocurrían allá por 1857. Mendel, monje austríaco, había comenzado una serie de experimentos que iban a explicar la naturaleza de la herencia.
Uno de los más importantes descubrimientos de Mendel fue que cada carácter de una planta —tal como el color de sus flores, la altura de sus tallos, etc.— radicaba en lo que él llamaba *factores* (actualmente se denominan *genes*). Cuando un grano de polen fecunda un óvulo, los "factores", un conjunto completo de cada planta padre, pasan a la generación siguiente. Las semejanzas entre los descendientes y sus padres dependen de que los factores heredados controlen su desarrollo.
Con anterioridad a Mendel, el hombre había aplicado ya, inconscientemente, las leyes de la herencia. Ateniéndose al principio de que "de tal padre, tal hijo" había criado, por ejemplo, sus animales domésticos para los servicios que él necesitaba. Escogiendo automáticamente las semillas de las plantas más productivas pudo perpetuar sus cualidades favorables. Cientos de años de selección artificial han alterado nuestras cosechas agrícolas hasta tal punto que, actualmente, en ocasiones, resulta difícil seguirles la pista hasta la planta silvestre original.
En 1719 se intentó por primera vez controlar la fecundación de las plantas, trasfiriéndose artificialmente el polen de un clavel a otro. La crianza de plantas se extendió con rapidez, intentando mejorar las cosechas por otros medios que no fueran los ya conocidos de selección de semillas. El cruzamiento artificial de los genes (*hibridación*) permitía combinar caracteres distintos, que procedían de variedades relacionadas. Este fue, precisamente, el campo de acción de los criadores de plantas de finales del siglo XVIII y de principios del XIX.
Actualmente, se continúan las investigaciones en este sentido. En esencia, los procesos utilizados son los mismos que hace 200 años. Las plantas se seleccionan y cruzan, trasfiriendo simplemente el polen de una a otra. Los que han cambiado son los conocimientos sobre la hibridación. Los trabajos de Mendel y otros investigadores acerca de los mecanismos de la herencia han permitido discernir qué es posible y qué imposible lograr. Los cruces no son ya una cuestión casual. A partir de las diferentes variedades de una planta se seleccionan aquellas que presentan cualidades favorables, intentando combinar en un individuo con ciertas probabilidades de éxito los genes en los que radican dichas cualidades.

MUTACIONES

En las plantas están ocurriendo constantemente nuevas variaciones, originadas por pequeños cambios que afectan los "cromosomas" (estructuras portadoras de los genes en el núcleo de las células reproductoras). Sólo aquellas mutaciones ventajosas para la planta en su medio natural pasarán a sus descendientes. Si la mutación resulta perjudicial, es probable que la planta, en competencia con otras, no sobreviva para reproducirse.
En medios diferentes, las mutaciones serán distintas, y un mismo tipo de planta puede dar lugar a variedades diversas. A partir de ellas es posible seleccionar cualidades favorables.
En la actualidad, es factible provocar mutaciones en las plantas. Mediante la radiactividad o la aplicación de ciertos productos químicos se obtiene una serie de variedades con caracteres diferentes, a partir de la planta madre. La mayoría presentará caracteres desfavorables, pero existe la posibilidad de que alguna de ellas resulte ventajosa.

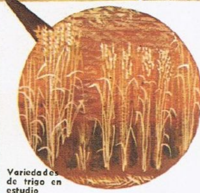


La apariencia y la calidad de las plantas están controladas por genes ("factores") presentes en los cromosomas de las células reproductoras.





Con bolsas de celofán se impide la polinización aleatoria



Variedades de trigo en estudio

Vista aérea de un instituto de investigación agronómica. Para el estudio de nuevas variedades de plantas se necesitan grandes extensiones de terreno. (Derecha) Con bolsas de celofán, se protegen las plantas de una polinización aleatoria. (Abajo) Semillas de diferentes variedades plantadas en filas paralelas. La celeridad de su crecimiento se deduce fácilmente por comparación.

METAS QUE SE PERSIGUEN

¿Cuáles son las metas que se persiguen? Por selección e hibridación sería posible criar plantas con todas clases de cualidades; por ejemplo, pétalos consistentes, flores de exóticos colores, etc. Sin embargo, una tarea más importante es mejorar la productividad de las cosechas del mundo.

Es posible investigar en muchas direcciones para solucionar este problema. Básicamente, lo que se necesita son variedades de plantas que permitan la utilización económica del terreno. El rendimiento de una cosecha puede aumentarse directamente, obteniendo una variedad de trigo que proporcione un grano de peso máximo. Hay que tener muy en cuenta también otros factores, tales como la dureza, la resistencia a las enfermedades, a las plagas, al viento, la duración del período de cosecha, y, en el caso de los cereales, la calidad y la resistencia de la paja.

El ideal no es obtener una variedad de trigo que produzca grandes cantidades de grano sólo cuando las condiciones sean óptimas. Si este tipo de trigo fuese muy susceptible a las enfermedades o a las plagas, tendría escaso valor. Del mismo modo, el trigo con tallo débil sería abatido al menor soplo de aire. Es necesario, como puede verse, armonizar una serie de variables, tener en cuenta los factores climatológicos de una región, el suelo y las enfermedades o plagas más comunes; hay que buscar un tipo de cosecha que produzca la mayor cantidad posible, contando con que estará sometida a los rigores propios de la región. Deberán combinarse los genes más favorables de las distintas variedades, hasta conseguir una planta de caracteres óptimos.

A veces, las cualidades que buscamos no pueden apreciarse en el aspecto externo de la planta. La capacidad de fermentación de una variedad de cebada, que depende de las actividades bioquímicas del vegetal, es un caso. Otro carácter que no puede predecirse por simple inspección es, por ejemplo, el de si una variedad de patata sirve para freírla o no. Es necesario, pues, analizar la composición de la planta y precisar las sustancias químicas determinantes de las propiedades que quieren perpetuarse.

Otro factor que debe tenerse en cuenta es el referente a los distintos sistemas agrícolas que se practican.

Por ejemplo, los modernos métodos de cosecha-combinada son más apropiados para cereales de tallo corto. En estos casos, debe buscarse una variedad que, además de las propiedades anteriores, tenga también los genes necesarios para que sus tallos sean de la longitud apropiada.

RESISTENCIA A LAS ENFERMEDADES

Las enfermedades más importantes que afectan las cosechas de un país varían en sus distintas regiones. Dentro de una zona, las particulares condiciones climatológicas determinarán el tipo de enfermedad más probable. Por el momento, no es posible predecir el tiempo atmosférico con cierto grado de exactitud. En general, resulta difícil obtener plantas con gran resistencia a todas las enfermedades posibles en una región. Sin embargo, queda una alternativa: las semillas pueden mezclarse, plantándose juntas variedades de una planta que difieran en su resistencia a las distintas enfermedades. Cualquier plaga sólo afectará una parte de la cosecha, con lo que pueden evitarse pérdidas de carácter general.

Otro problema es que los organismos responsables de la enfermedad ("patógenos") pueden cambiar; así, una cosecha que mostraba una fuerte resistencia a dicha enfermedad se vuelve susceptible a la nueva forma. Estos hechos no pueden prevenirse. En estos casos, sólo es posible descubrir la apariencia de la nueva forma, para contrarrestar la amenaza antes de que se produzcan pérdidas graves.

TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS VARIEDADES

Todos estos problemas exigen años para su solución. El desarrollo de una nueva variedad de planta dura, como mínimo, 10 años, y, corrientemente, mucho más. Por esta razón, los problemas que se estudien han de ser de alguna importancia. Las soluciones deben ofrecer cierta garantía de éxito.

Al enfrentarnos con un problema de este tipo hemos de averiguar, primero, si la pobreza de la cosecha tiene otras causas, además de las deficiencias minerales del terreno. A continuación, investigaremos la ascendencia genética de la planta con que estamos trabajando. Los caracteres deseados, dirigidos a incrementar el tamaño o la resistencia de la planta, no sólo deben estar controlados por genes, sino que han de ser identificables y medibles, de forma que pueda seguirse el progreso de los experimentos.

Para incrementar la productividad de una planta, proporcionándole algún carácter deseable, debemos encontrar otra afín, que posea ya el carácter buscado. Entonces, incorporaremos a la primera variedad los genes responsables del control de este carácter. Al mismo tiempo, eliminaremos cualquier carácter que reduzca de algún modo la productividad.

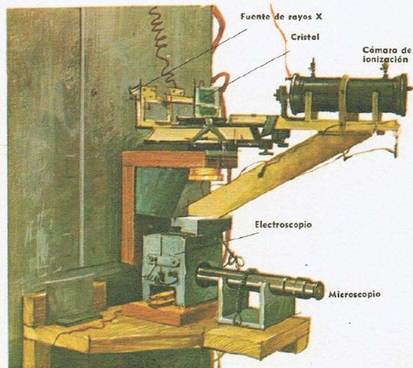
El cruce e hibridación de plantas es una tarea muy sencilla, que requiere sólo unas pinzas y un pincel para trasferir el polen. Pero algunas plantas —la mayoría de los cereales, por ejemplo— se autofecundan, es decir, el polen producido por un individuo fecunda los óvulos de la misma flor. Para impedir que esto suceda, las anteras productoras de polen pueden ser separadas en un primer período de su desarrollo.

Tanto en las plantas autopolinizantes como en las que no lo son existe siempre la posibilidad de que las flores sean fecundadas por el polen procedente de otras, arrastrado por el aire. Por ello, se suelen recubrir las flores con bolsas de celofán.

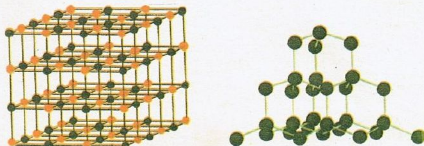
Las semillas producidas por polinización artificial se plantan, y los individuos que se producen a partir de ellas se examinan cuidadosamente. Muchos no serán buenos, pero, quizá, uno o dos de entre ellos posean algunos caracteres semejantes a los que buscamos. Estas plantas son las que se guardan para posteriores experimentos.

Los viveros de plantas necesitan una gran extensión de terreno para cultivar las plantas sujetas a experimentación. Se siembran los vegetales, y su apariencia y actividad se comparan con las de sus padres y otras variedades diferentes, que se plantan cerca de las experimentales para que, en lo posible, la composición del suelo donde crecen resulte la misma. Los cambios observados en las propiedades de las plantas indican una diferente constitución genética. Los viveros están equipados con invernaderos, refrigeradores y salas de crecimiento controlado, donde las plantas pueden ser sometidas a toda clase de experimentos, bajo las más diversas condiciones.

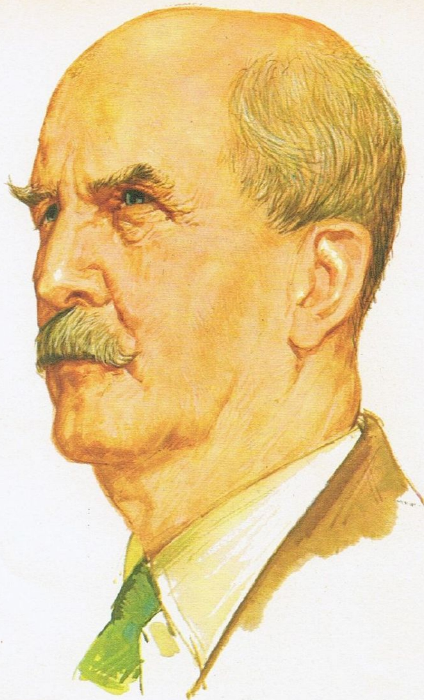
WILLIAM HENRY BRAGG



Aspecto original del espectrómetro de rayos X, de Bragg. Un estrecho haz de luz de rayos X entra en el sistema, procedente de la caja metálica de la izquierda. El cristal, montado en el pequeño soporte del centro, dispersa los rayos X, y los rayos refractados siguen direcciones bien determinadas, que dependen de la estructura del cristal. Los rayos difractados son recogidos por la cámara de ionización, en cuyo interior hay un gas —bromuro de metilo, por ejemplo—, que absorbe un 80 % de la radiación incidente, ionizándose como resultado. La pared exterior de la cámara está conectada con una fuente de alto potencial eléctrico. Cuando el gas se ioniza y se establece una corriente, tiene lugar una caída de potencial que se detecta con el electroscopio y se mide con el microscopio.



La estructura cristalina de la sal común (izquierda) se estudió con métodos analíticos muy complejos de difracción de rayos X. W. H. Bragg inventó un método mucho más simple, que le permitió determinar la estructura del diamante (derecha).



William Henry Bragg (1862-1942) desempeñó una importante función en los comienzos de los estudios de la estructura cristalina por medio de los rayos X, similares a los de la luz, pero con una longitud de onda mucho más corta. Un cristal es un conjunto de átomos o moléculas, dispuestos en una estructura regular. En 1911, el científico alemán Max von Laue descubrió que, cuando un haz de rayos X incide sobre un cristal, se dispersa formando figuras regulares. Cuando las ondas de rayos X atraviesan el cristal, los átomos las dispersan, y los rayos difractados aparecen en aquellas direcciones donde las ondas dispersas de todos los átomos se suman. Estudiando este efecto, es posible determinar la disposición de los átomos que forman la estructura cristalina, lo que constituye un gran avance científico, ya que es necesario conocer la estructura atómica de la materia antes de explicar sus propiedades.

W. H. Bragg, estudiante a la sazón en Cambridge, fue el primero que utilizó el complejo método descrito por von Laue para determinar la estructura de la sal común (ClNa). Bragg construyó un instrumento mucho más simple y eficaz, el *espectrómetro de rayos X*, con el que se pudieron investigar estructuras más complejas, como la del diamante. Su gran descubrimiento fue la existencia de los rayos X de longitud de onda bien definida, característica de los átomos. Los Bragg, padre e hijo, obtuvieron el Premio Nobel de Física en el año 1915.

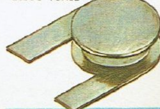
DIODOS TÚNEL

Los *diodos túnel* pueden utilizarse como interruptores de gran velocidad en circuitos de calculadoras electrónicas, o como osciladores eléctricos, que proporcionan desde 50 ciclos por segundo (c/s) hasta 30.000 millones de c/s. Un solo diodo túnel puede hacer el trabajo de varios de los componentes utilizados normalmente en los circuitos electrónicos.

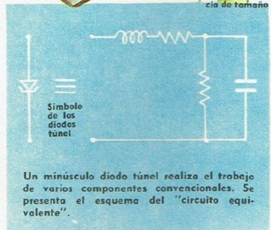
Si el comportamiento de la materia fuese totalmente previsible, los diodos túnel no existirían. Estos elementos son como diodos semiconductores (dos trozos unidos de materiales semiconductores), que actúan como una barrera para controlar la corriente eléctrica. En los diodos semiconductores usuales, la barrera es de gran espesor y, por tanto, impenetrable. Es una barrera originada por una diferencia de potencial eléctrico, y los electrones no pueden atravesarla. En los diodos túnel se procura que la barrera sea muy fina; el resultado es que algunos electrones pueden atravesarla. Este hecho demuestra que no es *imposible* que los electrones atraviesen una barrera de potencial; sólo es *improbable*. Por tanto, el comportamiento de los electrones en una corriente eléctrica no puede preverse por completo; es sólo un hecho definido por leyes *estadísticas*, según las cuales nada es completamente imposible, aunque algunas cosas sean más probables que otras.

En los diodos túnel, los electrones que intentan pasar de un lado a otro de la barrera pueden seguir dos rutas diferentes: atravesarla por *efecto de túnel* o adquirir suficiente energía para saltar por encima de ella. No pueden seguir las dos rutas al mismo tiempo, porque la probabilidad de ir por una u otra depende de la tensión existente a través de la barrera; por tanto, ésta es la que controla el comportamiento de los electrones. Precisamente en este hecho está basada la utilidad de los diodos túnel como interruptores en circuitos electrónicos.

En un diodo túnel típico, cuando la diferencia de potencial a través de la barrera es del orden de las centésimas de voltio, los electrones son capaces de atravesarla. Cuando la tensión se aumenta hasta medio voltio, por ejemplo, los electrones comienzan ya a saltar por encima de la barrera. Entre las centésimas y las décimas de voltio, la barrera va ganando espesor: los electrones no pueden atravesarla fácilmente por efecto de túnel, y todavía no tienen suficiente energía para saltar por encima de ella. Aumentar la diferencia de potencial a través de un diodo semiconductor es como

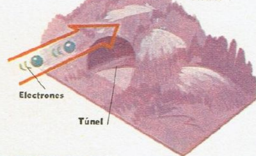


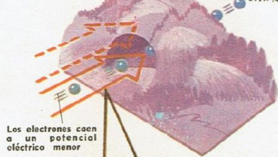


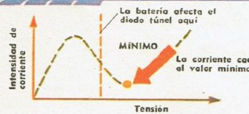


Un minúsculo diodo túnel realiza el trabajo de varios componentes convencionales. Se presenta el esquema del "circuito equivalente".

CICLO DE OSCILACIÓN EN UN DIODO TÚNEL

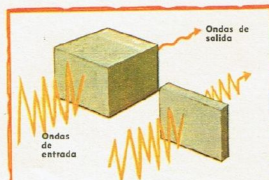






La intensidad de corriente está en un mínimo: el paso por efecto de túnel es difícil.

La corriente pone en reserva su energía potencial y comienza a fluir por efecto de túnel.



El extraño comportamiento de los diodos túnel demuestra cómo la materia puede regirse por leyes estadísticas: la "mecánica ondulatoria". La corriente que llega a la barrera puede representarse por una onda. La probabilidad de llegar a atravesar una barrera gruesa es más bien pequeña, pero aumenta mucho cuando la barrera tiene reducido espesor.

si elevásemos los electrones por un lado de la barrera, incrementando su *energía potencial* (la tensión también se denomina *potencial eléctrico*).

RESISTENCIA NEGATIVA

Nos encontramos, entonces, frente a un extraño fenómeno: la tensión va incrementándose, los electrones ganan energía, y, sin embargo, la intensidad de corriente disminuye. Un aumento en la tensión produce una *disminución* del flujo de corriente. Es como si el diodo tuviera una resistencia *negativa*. El gráfico que muestra la relación entre la intensidad de corriente y la diferencia de potencial presenta un pronunciado *mínimo* en esta región. La caída desde el primer máximo tiene una pendiente negativa, y corresponde a una resistencia eléctrica negativa. La pendiente de subida después del mínimo muestra cómo los electrones comienzan a fluir por encima de la barrera. Un incremento de la tensión produce un aumento de corriente: la resistencia es *positiva* de nuevo.

LOS DIODOS TÚNEL COMO OSCILADORES

Si al diodo se conecta una batería de forma que la tensión, a través de la barrera, sea intermedia entre los valores correspondientes al efecto de túnel y a la zona de operación normal, aquél comienza a producir oscilaciones eléctricas. Durante la mitad del ciclo, los electrones pasan por efecto de túnel, y durante la otra mitad saltan, evitando la región de resistencia negativa; pero están obligados a efectuar ciclos a su alrededor, puesto que la batería coloca la barrera en el centro justo de la región de resistencia negativa.

Al comienzo del ciclo, los electrones fluyen por efecto de túnel, y el número de los circulantes alcanza su valor máximo a una velocidad que depende de la *inductancia* del circuito. Este flujo de corriente ha sido producido por la pila; por tanto, ésta ha cedido energía. Una vez iniciado el flujo, éste tiende a mantenerse. Entonces, la corriente debería disminuir, ya que el diodo se encuentra al comienzo de la región de resistencia negativa. Pero, de hecho, la corriente no disminuye, sino que, en vez de ello, los electrones comienzan a saltar, para mantener un flujo constante a expensas de sus reservas energéticas, las cuales se agotan en seguida. El flujo de corriente va cayendo poco a poco hasta su valor más bajo: exactamente en el mínimo de la figura, donde sólo unos cuantos pueden saltar y ninguno atraviesa por efecto de túnel. En esta etapa, los electrones podrían también atravesar por efecto de túnel, lo que, en realidad, les resultaría más sencillo, pues, de hecho, lo hacen a tensiones menores. Entonces, casi instantáneamente, comienzan a pasar por efecto de túnel, acumulando energía en esta parte del ciclo.

La *corriente de "túnel"* se incrementa al máximo, para volver a saltar de nuevo, utilizando las reservas acumuladas. Durante todo este tiempo, la batería suministra la energía necesaria para compensar las pérdidas por resistencia del circuito.

El diodo pasa casi instantáneamente de corriente de "túnel" a *corriente de "salto"*. La frecuencia de los ciclos —o sea, el número de ciclos completos ejecutados en cada segundo— depende sólo del tiempo empleado por la corriente en alcanzar el máximo y en caer al mínimo. Ello puede efectuarse muy rápidamente, y ésta es la razón de que los diodos túnel pueden oscilar a frecuencias mayores de 30.000 millones de c/s. Estas frecuencias se encuentran en la región de *microondas*, utilizándoselas en el radar, comunicaciones, control de satélites, etc.

Si la inductancia del circuito se hace mayor, la frecuencia de oscilación puede hacerse mucho más pequeña. Los diodos túnel se utilizarán en el futuro para convertir la corriente continua de pequeña tensión (producida, por ejemplo, a partir de fuentes termoiónicas) en corriente alterna de baja frecuencia (50 c/s.), que es la utilizada para usos domésticos e industriales.

Los diodos túnel actuales pueden convertir el 60 % de la energía de la corriente continua, a un potencial de medio voltio, en corriente alterna. La corriente máxima que pueden proporcionar es sólo de 6 amperios. Antes de que los diodos túnel lleguen a ser utilizables como osciladores, deberán conseguirse mejores rendimientos y una potencia considerablemente mayor que la que alcanzan en su estado actual.



MATERIALES UTILIZADOS EN LOS DIODOS TÚNEL

Todos los diodos semiconductores están formados por dos piezas de material semiconductor. Una de ellas contiene una impureza, que moviliza las cargas negativas, mientras que en la otra son las positivas las que se mueven libremente. Sin embargo, en conjunto, ambas piezas permanecen eléctricamente neutras.

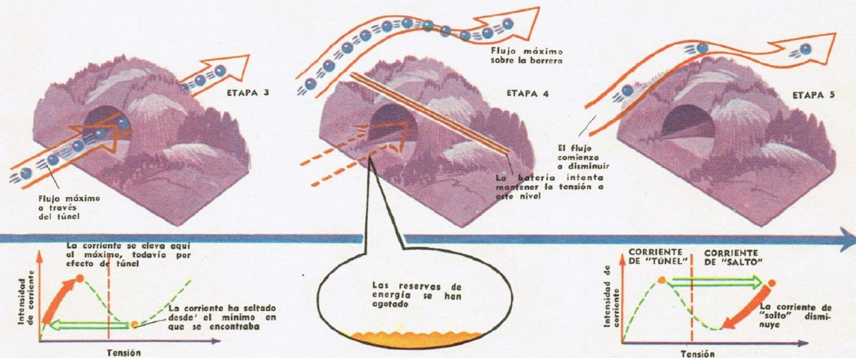
Las cargas, a uno y otro lado de la unión entre ambas piezas, se afectan recíprocamente; las cargas positivas repelen a sus semejantes y atraen a las negativas.

Como resultado, en uno de los lados de la unión se acumula un exceso de carga negativa, que mantiene sobre la otra cara el correspondiente exceso de carga positiva.

En conjunto, las cargas positivas y negativas actúan como una barrera eléctrica, mejor dicho, como una batería que favorece el paso de corriente en una dirección, mientras que se opone al flujo en la dirección contraria.

Los diodos semiconductores se hacen con germanio, y contienen alrededor de diez mil millones de átomos de impureza por cada centímetro cúbico. Esta cantidad de impurezas es pequeña, comparada con la que se añade en los diodos túnel. Éstos pueden construirse con germanio semiconductor o con arseniuro de galio. A ellos se añade una cantidad de impureza por centímetro cúbico, superior en centenas o millares de millones a la añadida en los diodos semiconductores. Con ello se consigue estrechar la región límite o tierra de nadie existente entre las dos piezas del semiconductor. Entonces, la barrera es muy estrecha, lo que facilita que los electrones puedan atravesarla por efecto de túnel.

Los electrones pueden atravesar esta barrera en ambas direcciones, por lo que los diodos túnel no actúan realmente como una barrera de circulación en un solo sentido.



La batería aumenta la tensión hasta el valor crítico; la intensidad de corriente aumenta.

Para que continúe el flujo de corriente, se utilizan las reservas de energía para pasar por salto.

Cuando las reservas se agotan, la intensidad cae hasta su valor mínimo y vuelve a comenzar el ciclo.

REGLAS ELEMENTALES

Cualquier juego debe tener sus reglas, pues, de otro modo, todo acabaría en un completo desorden. En matemáticas, es decir, para "jugar" con los números, se hace también necesaria la existencia de ciertas reglas. Algunas de ellas son evidentes y claras por sí mismas, y las utilizamos muchas veces inconscientemente, puesto que siempre dan la respuesta esperada. Estas reglas son muy importantes y, de hecho, definen el juego. Las mismas reglas intervienen en las operaciones de los *números reales* —números naturales, enteros, racionales e irracionales—. Ellos tienen cinco propiedades comunes. Otros tipos de magnitudes, tales como los *vectores* y los *números imaginarios*, están sujetos a un diferente conjunto de reglas.

Las cinco propiedades básicas no establecen, de hecho, el modo de efectuar las operaciones de adición, sustracción, multiplicación y división, ya que éstas varían considerablemente entre los números reales. Las operaciones de los números racionales son más complicadas que las de los números naturales y enteros, puesto que, en realidad, el número racional es una pareja de números. Las reglas para sumar en el sistema decimal (escala de diez) son diferentes de las del sistema binario (escala de dos). Las cinco propiedades básicas no muestran cómo debe "jugarse", sino que son reglas de ordenación y disposición.

Las cuatro operaciones básicas son las de adición, sustracción, multiplicación y división. De entre ellas, dos o más pueden aparecer juntas. ¿A cuál hemos de dar prioridad? Operaciones que se efectúan en distinto orden pueden dar lugar a resultados diferentes. ¿Cuál es el orden correcto?

Para evitar confusiones, las normas dicen que la multiplicación y la división tienen prioridad sobre la adición y la sustracción, y que, en igualdad de circunstancias, deben efectuarse en primer lugar. Por ejemplo, si deseamos realizar antes una adición, ésta ha de ir encerrada entre paréntesis. Los paréntesis son un modo de indicar que cierta operación tiene preferencia, aun yendo en contra de lo que prescriben las reglas. Esta regla de prioridad está incluida en la propiedad *distributiva* de los sistemas de numeración.

¿Es lo mismo 4 + 3 que 3 + 4? ¿Es lo mismo 4 — 3 que 3 — 4? En el primer caso, sí, pero en el segundo, no. En la operación de sumar no importa el orden de los sumandos. Sin embargo, en la sustracción, los dos términos no pueden intercambiarse. De la suma se dice que tiene la propiedad *conmutativa*, mientras que la sustracción no. Del mismo

MULTIPLICACIÓN Y DIVISIÓN

Multiplicar 8 × 12 es lo mismo que sumar 8 una docena de veces. Dividir 8 entre 12 es lo mismo que multiplicar 8 por un doceavo. Es la operación inversa de la multiplicación. Las tablas de multiplicación varían de acuerdo con la escala numérica en operación; las tablas binarias son diferentes de las del sistema decimal. Cuando los números se escriben como parejas ordenadas, éstas pueden multiplicarse y dividirse, multiplicando los números de una pareja por los correspondientes de la otra.

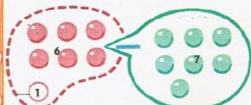
REGLAS NEGATIVAS

A) SUSTRACCIÓN



7 — 6 (= + 1)

No es lo mismo que



6 — 7 (= — 1)

En la sustracción, el orden de los términos influye en el resultado; no existe propiedad conmutativa.

B) DIVISIÓN



9 ÷ 3 (= 3)



No es lo mismo que



3 ÷ 9 (= 1/3)

3 dividido en 9 segmentos



En la división, el orden influye en el resultado; la división no es conmutativa.

LAS CINCO PROPIEDADES DE TODOS LOS SISTEMAS DE NÚMEROS REALES

A primera vista, cada una de estas propiedades parece obvia. En los siguientes ejemplos se expresan estas propiedades para números naturales, racionales (en forma de fracción y de parejas de números), y para números en general, expresados por símbolos A, B y C.

LA ADICIÓN ES CONMUTATIVA

3 + 4 = 4 + 3

1/3 + 1/4 = 1/4 + 1/3

(1 : 3) + (1 : 4) = (1 : 4) + (1 : 3)

A + B = B + A

LA MULTIPLICACIÓN ES CONMUTATIVA

3 × 4 = 4 × 3

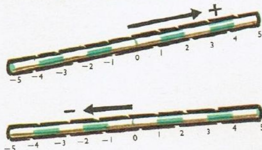
1/3 × 1/4 = 1/4 × 1/3

(1 : 3) × (1 : 4) = (1 : 4) × (1 : 3)

A × B = B × A

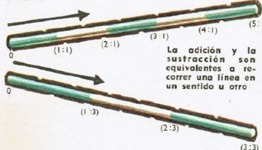
modo, la multiplicación es también conmutativa, y la división no lo es: 3×4 es lo mismo que 4×3, pero $3 \div 4$ no es lo mismo que $4 \div 3$.
¿Es lo mismo $2 + (5 + 7)$ que $(2 + 5) + 7$? Veamos. Primero realizaremos la operación indicada entre paréntesis, y luego sumaremos el otro término.
Es fácil ver que, en ambos casos, el resultado es el mismo: 14. Así, pues, el distinto agrupamiento de los sumandos en la operación de la suma no influye en el resultado final, como tampoco influye el agrupamiento de los factores en la multiplicación. No ocurre lo mismo con la sustracción y la división. De la adición y multiplicación se dice que tienen la propiedad *asociativa*.
Dos propiedades conmutativas, dos propiedades asociativas (ambas para la adición y la multiplicación) y una propiedad distributiva componen el conjunto de las cinco reglas para operar con sistemas de números reales.

ADICIÓN Y SUSTRACCIÓN



NÚMEROS NATURALES Y ENTEROS

La adición y la sustracción pueden representarse como movimientos, a lo largo de una escala de números, hacia la derecha (adición) o hacia la izquierda (sustracción). Esta semejanza puede aplicarse a cualquier escala, ya sea decimal o binaria.



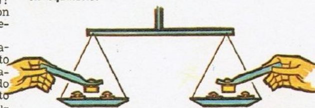
La adición y la sustracción son equivalentes a recorrer una línea en un sentido u otro

PAREJAS ORDENADAS

Los números racionales, escritos por parejas separadas por dos puntos, pueden disponerse sobre una escala numérica. La adición se simplifica cuando las parejas de números pertenecen a un mismo conjunto.

EN LAS ECUACIONES, LA REGLA DE ORO ES: EQUIDAD PARA AMBOS MIEMBROS

En otras palabras, toda operación que realicemos con uno de los miembros (por ejemplo, para simplificar la ecuación) debe efectuarse en el otro. La balanza (que representa el signo igual) debe estar en equilibrio.





Sumar números a ambos miembros de una ecuación es como añadir pesos iguales a los dos platillos de una balanza. Del mismo modo, es posible sustraer de ambos miembros una misma cantidad.

La balanza se desequilibra si añadimos o sustraemos más de un lado que de otro. Una ecuación es una expresión de equivalencia, que destruimos al sumar o restar una cantidad sólo de un miembro.

REGLAS DE "EQUIDAD". DIVISIÓN Y SUSTRACCIÓN

6 = X/X + 4 ⟷ Es equivalente a (1) 3 = X + 2

⟷ (2) 1 = X

Etapa 1: dividir ambos miembros por 2
Etapa 2: sustraer 2 de ambos miembros

$$6 = 2x + 4 \therefore 3 = x + 2 \therefore x = 1$$

Cuando se efectúa la misma operación sobre ambos miembros de una ecuación, el resultado es equivalente. El objetivo consiste en aislar la incógnita, "x", en un miembro de la ecuación.

REGLAS DE "EQUIDAD". MULTIPLICACIÓN Y ADICIÓN

1 + X/4 = X/2 − 1 ⟷ Es equivalente a (1) 4 + X = X/X − 4

Etapa 1: multiplicar ambos miembros por 4
Etapa 2: sumar 4 a ambos miembros
Etapa 3: restar "x" de ambos miembros

⟷ Es equivalente a (2), (3) 8 = X

$$1 + x/4 = x/2 - 1 \therefore 4 + x = 2x - 4 \therefore 8 + x = 2x \therefore x = 8$$

En este ejemplo aparecen fracciones, que pueden convertirse en números reales mediante la operación adecuada. Para aislar "x" se necesitan dos etapas: una sustracción y una adición; aquí se han resumido en una.

LA ADICIÓN ES ASOCIATIVA

$$3 + (4 + 5) = (3 + 4) + 5$$
$$1/3 + (1/4 + 1/5) = (1/3 + 1/4) + 1/5$$
$$(1:3) + \{(1:4) + (1:5)\} = \{(1:3) + (1:4)\} + (1:5)$$
$$A + (B + C) = (A + B) + C$$



LA MULTIPLICACIÓN ES ASOCIATIVA

$$3 \times (4 \times 5) = (3 \times 4) \times 5$$
$$1/3 \times (1/4 \times 1/5) = (1/3 \times 1/4) \times 1/5$$
$$:3) \times \{(1:4) \times (1:5)\} = \{(1:3) \times (1:4)\} \times (1:5)$$
$$A \times (B \times C) = (A \times B) \times C$$



LA MULTIPLICACIÓN ES DISTRIBUTIVA SOBRE LA ADICIÓN

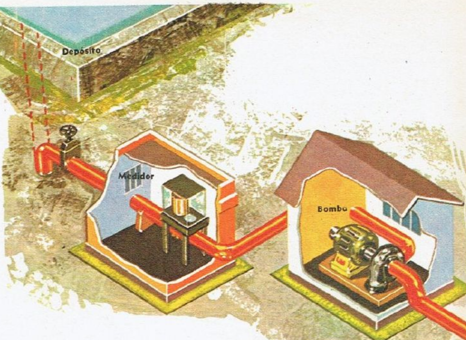
Dicho de otro modo, la multiplicación tiene preferencias, a menos que existan paréntesis por medio. La regla de prioridad es como sigue: paréntesis, multiplicación, división, adición, sustracción.

$$3 + (4 \times 5) = 3 + 20 = 23$$

Pero

$$(3 + 4) \times 5 = 7 \times 5 = 35$$

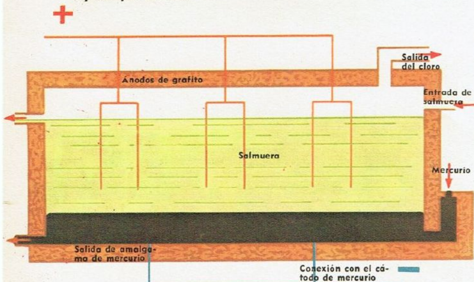
EL CLORO Y SUS COMPUESTOS



Al agua de los depósitos públicos suele añadírsele cloro, con objeto de eliminar las bacterias que pueda contener. El agua del depósito se hace circular a través de filtros, hasta llegar a la planta de cloración, donde se le añade gas cloro en cantidades muy bien controladas.

El cloro es un gas venenoso de color amarillo verdoso y se encuentra en la naturaleza, combinado con el sodio, formando la sal común, cloruro sódico (ClNa). Esta sal es disuelta por las aguas de los ríos que la llevan al mar, de cuyas aguas forma parte en una proporción, en peso, del 3 %. Hay algunas regiones en el mundo donde se encuentran lechos de sal común *(salinas)* de un espesor de 60 metros, en ciertos casos, procedentes de mares antiguos cuyas aguas se han evaporado. De ellos se extrae el cloruro sódico en forma de *sal de roca*. El gas cloro, por ser muy reactivo, no se encuentra libre en la naturaleza.

El cloro se obtiene por métodos electrolíticos. Cuando se hace pasar una corriente sobre una disolución de salmuera, los iones cloro pasan al ánodo de grafito, donde se desprende gas cloro. Los iones sodio se dirigen al cátodo de mercurio, con el que forman una amalgama, que se va sustituyendo por mercurio.



Cuando está seco y puro, el gas cloro no es muy reactivo; pero, en contacto con vestigios de agua (siempre presentes cuando el gas se prepara en el laboratorio o en la industria), se muestra muy reactivo. Muchas sustancias se combinan inmediatamente con él; por ejemplo, el azufre, el arsénico y el fósforo se queman en atmósfera de cloro, y, en presencia de la luz, el hidrógeno y el cloro se combinan con explosión. El gas cloro se combina también con el aire y el hierro, pero sólo en presencia de humedad. A —34°C se convierte en un líquido verde oscuro. Aparte de su aspecto y de su olor picante, para reconocer el cloro basta ver si un papel de tornasol rojo, húmedo, se decolora en presencia del gas. El propio gas no posee propiedades decolorantes y su acción se debe a la formación de ácido hipocloroso (ClOH), al disolverse el gas en el agua:



$$Cl_2 + H_2O \rightarrow ClH + ClOH$$

Al combinarse con el oxígeno, los átomos de cloro forman el radical (ClO-), que parece poseer propiedades decolorantes. La fórmula de los polvos de blanquear suele escribirse $(ClO)_2Ca$, aunque su verdadera estructura es más complicada.

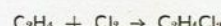
REACCIONES DE ADICIÓN Y SUSTITUCIÓN

El cloro es capaz de tomar parte en reacciones de *adición* y *sustitución*. Los compuestos no saturados pueden, por ejemplo, adicionar átomos de cloro. Éste, al igual que los demás halógenos, es aceptado por estos compuestos, porque a sus átomos les falta un electrón en su capa externa para completar el número de ocho electrones, y los compuestos no saturados pueden proporcionárselo.
El cloro reacciona por adición, tanto con los compuestos no saturados inorgánicos como con los orgánicos. En el monóxido de carbono, por ejemplo, los átomos de carbono y oxígeno están unidos por un doble enlace, que puede ser roto por el cloro, para formar un compuesto saturado, el fosgeno:



$$CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2$$

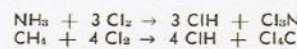
El etileno es un compuesto orgánico no saturado que puede reaccionar con el cloro, para formar dicloroetileno:



$$C_2H_4 + Cl_2 \rightarrow C_2H_4Cl_2$$

En las reacciones de sustitución, los átomos de cloro desplazan a otros para ocupar sus puestos en las moléculas saturadas donde se

encontraban. Así, por ejemplo, desplazan al hidrógeno del amoníaco y del metano, para formar tricloruro de nitrógeno y tetracloruro de carbono, respectivamente:

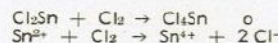


$$NH_3 + 3\,Cl_2 \rightarrow 3\,ClH + Cl_3N$$
$$CH_4 + 4\,Cl_2 \rightarrow 4\,ClH + Cl_4C$$

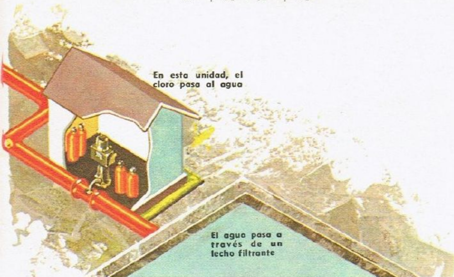
Estas reacciones tienen lugar, normalmente, a través de distintas etapas, y, de hecho, el cloroformo, $CHCl_3$, un producto parcialmente halogenado, es un compuesto bien conocido.

EL CLORO COMO AGENTE OXIDANTE

Otra propiedad química importante del cloro es su capacidad de actuar como un poderoso agente oxidante. Según las ideas actuales, el proceso de oxidación no es patrimonio exclusivo del oxígeno. La oxidación es un proceso relacionado con una pérdida de electrones. Por ejemplo, cuando el cloro se hace pasar a través de una disolución de cloruro estannoso, los iones estannosos se oxidan, para dar iones estánnicos:



$$Cl_2Sn + Cl_2 \rightarrow Cl_4Sn \quad o$$
$$Sn^{2+} + Cl_2 \rightarrow Sn^{4+} + 2\,Cl^-$$



Como puede verse, cada átomo de cloro arranca un electrón del ion Sn^{2+}, para completar su capa externa.

COMPUESTOS DEL CLORO

El cloro, al combinarse con otros elementos, da lugar a una serie de compuestos denominados *cloruros*. El cloruro de hidrógeno (ClH) se disuelve en agua para formar ácido clorhídrico, un reactivo de gran importancia. La familia de cloruros metálicos se forma por acción del ácido clorhídrico sobre los propios metales. Por ejemplo, cuando el ácido actúa sobre el cinc metálico, se forma cloruro de cinc:

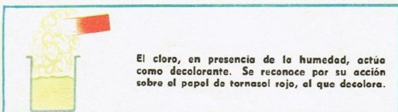


$$Zn + 2\,ClH \rightarrow H_2 + Cl_2Zn$$

Los cloruros se forman también por la acción del ácido clorhídrico sobre los óxidos metálicos, liberando agua en vez de hidrógeno.
El cloro se combina también con el oxígeno, para formar una serie de óxidos no metálicos: hipocloroso (Cl_2O), cloroso (ClO_2), clórico (ClO_3) y perclórico (ClO_5), que, al disolverse en agua, forman la serie de los correspondientes oxácidos: $ClOH$, ClO_2H, ClO_3H y ClO_4H.

EL CLORO Y LOS HALÓGENOS

El cloro es el segundo miembro del grupo séptimo de la tabla periódica: los *halógenos*. Todos los miembros de este grupo poseen 7 electrones en su capa externa, y muestran muchas propiedades comunes. De hecho, la familia de los halógenos es un excelente ejemplo para poner de manifiesto la utilidad del sistema periódico.

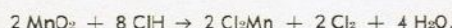


El cloro, en presencia de la humedad, actúa como decolorante. Se reconoce por su acción sobre el papel de tornasol rojo, al que decolora.

Todos los miembros del grupo —flúor, cloro, bromo y yodo— son agentes oxidantes y toman parte en reacciones de sustitución y adición. A medida que aumenta su peso atómico, su reactividad disminuye. El flúor es, por ejemplo, un agente oxidante más enérgico que el cloro, y éste, a su vez, más que el bromo.
Sus propiedades físicas son similares, y sus puntos de ebullición y de fusión aumentan con el peso atómico.

OBTENCIÓN DEL CLORO

En el laboratorio, el cloro se prepara por acción del ácido clorhídrico sobre el bióxido de manganeso:



$$2\,MnO_2 + 8\,ClH \rightarrow 2\,Cl_2Mn + 2\,Cl_2 + 4\,H_2O,$$

y se libera también por acción del ácido clorhídrico sobre el permanganato potásico o sobre los "polvos de blanquear".
Durante muchos años, se obtuvo el cloro a escala industrial mediante procesos netamente químicos. Actualmente se prepara por electrólisis.
En el proceso *Kellner-Solvay* se utiliza una cuba electrolítica en cuyo fondo hay una capa de mercurio, que forma el cátodo. El ánodo está constituido por barras de grafito inmersas en la solución de salmuera, que flota por encima del mercurio. Los iones sodio se depositan sobre éste, formándose una amalgama que fluye hacia un recipiente lleno de agua, con la que da hidróxido sódico, mientras el mercurio vuelve a la cuba. Los iones cloro llegan al cátodo, donde pierden su carga para trasformarse en gas cloro.

El átomo de cloro tiene 7 electrones en su capa externa y, en la mayoría de sus reacciones químicas, logra completar su capa aceptando un electrón, con lo que se estabiliza.

ADICIÓN

C_2H_4 + Cl_2 → $C_2H_4Cl_2$

El etileno tiene un doble enlace no saturado uniendo los dos átomos de carbono, de forma que existen dos electrones disponibles. Estos electrones son cedidos a los átomos de cloro, para completar los ocho electrones de su última capa, y se forma dicloroetileno.

SUSTITUCIÓN

C_2H_4 + Cl_2 → $C_2H_4Cl_2$ + H_2

Los átomos de cloro pueden remplazar a otros en una reacción de sustitución. Pueden, por ejemplo, desplazar a los átomos de hidrógeno del dicloroetileno, compuesto totalmente saturado.

OXIDACIÓN

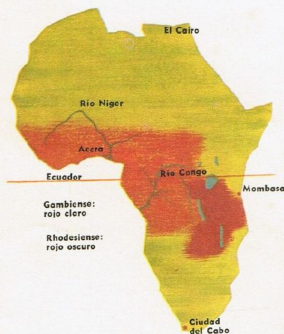
Sn^{++} + Cl_2 → Sn^{++++} + $2\,Cl^-$

El cloro es un agente oxidante muy enérgico. Si se hace pasar a través de una disolución de cloruro estannoso, los iones estannosos (Sn^{2+}) se oxidan, para pasar a iones estánnicos (Sn^{4+}), llevándose el cloro los dos electrones correspondientes.

LA ENFERMEDAD DEL SUEÑO Y LA MOSCA TSETSÉ

La enfermedad del sueño es uno de los más terribles morbos tropicales, y se da en una amplia zona que cruza el continente africano. Es una de las numerosas enfermedades —que afectan tanto al hombre como a los animales— causadas por diminutos parásitos protozoarios, llamados *tripanosomas*. A la infección que producen dichos parásitos se la llama, técnicamente, *tripanosomiasis*. Gran parte de la pobreza y el atraso existentes en África se atribuye al azote de esta enfermedad, pues hace que hombres y animales estén muy lejos de expansionarse en la que podría ser, de otro modo, una buena tierra.

Hay diversas especies de tripanosomas, pero no todas son dañinas. Ratas, ovejas y otros animales que, a menudo, están infectados no muestran signos de la enfermedad. La mayoría de las tripanosomiasis se da sólo en áreas tropicales o subtropicales. Tenemos ejemplos como la *enfermedad del sueño* (África), la *enfermedad de Chagas-Mazza* (América tropical), la *nagana* (una enfermedad africana que afecta a los animales) y la *surra*, grave enfermedad de animales ungulados, que ataca en las regiones tropicales y subtropicales. Casi todos los tripanosomas son trasmitidos por insectos.



Distribución de las modalidades gambiense y rhodesiense de la enfermedad del sueño.

LA ENFERMEDAD DEL SUEÑO

Existen dos modalidades de esta enfermedad: la *gambiense* (causada por el *Trypanosoma gambiense*) y la *rhodesiense* (causada por el *Trypanosoma rhodesiense*). La forma gambiense es la más común en el norte y el oeste de la región, así como la rhodesiense se da en el sur y en el este, pero alcanzando más extensión. Se cree que el hombre es la única víctima del *T. gambiense*.

La forma gambiense de la enfermedad del sueño es la menos peligrosa, y los individuos afectados pueden continuar su trabajo durante algún tiempo. Estos individuos son una fuente importante de reinfección. La enfermedad del sueño rhodesiense es mucho más rápida y aguda. Generalmente, los individuos afectados se recluyen en sus viviendas —alejados, por tanto, de las *moscas tsetsé* trasmisoras de la enfermedad—, y no constituyen focos importantes de reinfección. Los parásitos residen (en apariencia, sin causar daño alguno) en distintos animales domésticos, y pasan al hombre a través de las moscas.

La enfermedad se propaga principalmente por diversas especies de la mosca tsetsé (*Glossina palpalis, G. morsitans*). Los parásitos entran en el torrente sanguíneo del mamífero cuando la mosca los inocula. La región donde la mosca pica se inflama, y la víctima sufre un proceso febril a medida que los parásitos se multiplican en la sangre. La enfermedad ocasiona una pérdida de peso considerable, especialmente cuando se debe a la variedad rhodesiense. Después, los tripanosomas alcanzan el cerebro y la médula, produciendo temblores y letargia, síntomas característicos de los que se deriva el nombre de *enfermedad del sueño*.

Si no se trata rápidamente, esta enfermedad es mortal. Las distintas etapas pueden durar algunos meses (años incluso, en la variedad gambiense) antes de que se produzca la muerte. Fármacos de distintos tipos (incluyendo compuestos de arsénico) han resultado eficaces en algunos casos; probablemente, todas las infecciones pueden curarse si se tratan con suficiente rapidez.



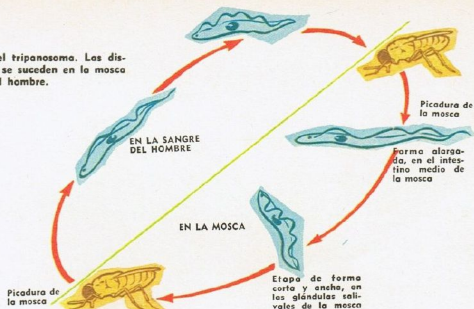
EL PARÁSITO

Los tripanosomas son minúsculos protozoos de la clase flagelados o mastigóforos. Su forma típica se muestra en la figura, pero durante su vida sufre distintas variaciones. Mediante un flagelo y su membrana ondulante, los tripanosomas se mueven libremente en la sangre del vertebrado que los recibe. El alimento y el oxígeno son absorbidos a través de su capa exterior (película), y los productos de desecho siguen la misma ruta. La reproducción se efectúa por simple división en dos o más individuos, con lo que consiguen formar una gran población muy rápidamente.

Como hemos dicho, la enfermedad es trasmitida por las moscas tsetsé del género *Glossina*. Estos insectos se alimentan de sangre *(hematófagos)*; si pican a una persona o a un animal infectados, adquieren el parásito y lo trasmiten a individuos sanos. Otros insectos chupadores de sangre pueden trasmitir también, de este modo, la tripanosomiasis. Sin embargo, en general, los tripanosomas no se trasmiten directamente, sino que sufren una serie de cambios dentro del cuerpo de la mosca tsetsé, antes de infectar una nueva víctima. Los tripanosomas de la enfermedad del sueño pasan a lo largo del esófago del insecto junto con la sangre que constituye su alimento. Muchos de estos parásitos son destruidos en el proceso digestivo. Algunos sobreviven y se establecen en el intestino. Allí se multiplican rápidamente y, al cabo de dos o tres semanas (según la temperatura), los tripanosomas aparecen en las glándulas salivales del insecto. Es entonces cuando la mosca puede trasmitir los parásitos en el momento de alimentarse. Durante su permanencia en el insecto, los tripanosomas experimentan varias etapas. En el intestino presentan, generalmente, una forma alargada; los que alcanzan las glándulas salivales son más cortos y anchos. Estas son las formas que reinfectan al hombre.

No todos los tripanosomas siguen el mismo proceso que los de la enfermedad

del sueño. El *T. brucei* es bastante similar a los de ésta, pero el *T. vivax* no se desarrolla en el intestino. Para completar el ciclo, los parásitos deben finalizar adheridos en el interior de la trompa *(proboscis)*. Allí se reproducen, para pasar al conducto salival *(hipofaringe)*, a través del cual se introducen en la sangre de la nueva víctima. El *T. congolense* se desarrolla en el intestino antes de pasar a la proboscis y al conducto salival. La enfermedad de Chagas-Mazza es causada por el *T. cruzi*, pero no la trasmite la mosca tsetsé, sino otros insectos también chupadores de sangre. En este caso, la *vinchuca (Triatoma infestans)*. Los parásitos se desarrollan en el intestino del insecto y pasan al exterior con las heces. Entran en el cuerpo humano por cortes o rozaduras en la piel. A veces, otros tripanosomas trasportados por la mosca tsetsé también siguen este camino.



Ciclo vital del tripanosoma. Las distintas etapas se suceden en la mosca tsetsé y en el hombre.

LA MOSCA TSETSÉ

Las moscas tsetsé pertenecen al género *Glossina*. Aparecen sólo en África, más frecuentemente en el sur del Sahara. Sus zonas de dispersión están restringidas, sin embargo, a ciertas localidades, tales como bosques rodeados por agua. No es frecuente encontrarlas en poblados o espacios abiertos. La *Glossina palpalis* es la principal portadora de la enfermedad gambiense del sueño. La variedad de Rhodesia es trasmitida, principalmente, por la *G. morsitans*. Esta especie también es portadora del *T. brucei*, que causa la *nagana* en el ganado. Las moscas tsetsé son un poco mayores que las vulgares, y tienen color marrón. Biológicamente, presentan ciertas peculiaridades, como la de no poner huevos. Cada diez días, la hembra da a luz una larva, ya crecida, que ha sido alimentada por secreciones internas. Al abandonar el cuerpo de la madre, la recién nacida comienza inmediatamente a escarbar en el suelo, donde forma un abultamiento. La mosca adulta emerge al cabo de algunas semanas, y emprende una vida en la que se alimenta diariamente de sangre.

La erradicación de la enfermedad del sueño está directamente relacionada con el exterminio de la mosca tsetsé, que trasporta la enfermedad. Hay varios tipos de moscas, que presentan hábitos ligeramente distintos. Por tanto, el exterminio se hace difícil, y con ninguno de los métodos intentados hasta el momento se consiguió un éxito completo. Los insecticidas han reducido el número de moscas tsetsé en algunas áreas, pero este método resulta caro y, por sí mismo, no del todo satisfactorio. Se consiguieron éxitos combinándolo con la eliminación de matorrales. La limpieza de los alrededores de lagos y ríos suprime las umbrías propicias a la mosca tsetsé. La *Glossina morsitans* ha sido exterminada en algunas regiones sacrificando antílopes y otros animales de los que el insecto dependía, en gran medida, en cuanto a su alimentación. La limpieza de la vegetación y de las viviendas parece ser el medio más satisfactorio para el control de la mosca.

Una mosca tsetsé se alimenta de la sangre de un animal infectado. Los parásitos procedentes de la sangre del animal entran en el cuerpo de la mosca. Al mismo tiempo, nuevos parásitos pasan de la mosca al animal, a través de sus glándulas salivales.

Mosca tsetsé

Moscas tsetsé en reposo

Tripanosoma en el intestino

Intestino

Tripanosoma en una glándula salival

Glándula salival

Tripanosoma en un vaso sanguíneo

Piel

Glóbulo rojo

CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

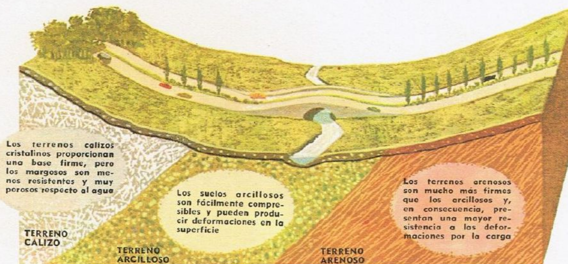
La superficie de una carretera constituye sólo una pequeña parte de la obra total necesaria para su construcción. Debajo de ella debe existir una base sólida, preferiblemente roca, de la que depende la vida futura de la carretera. Si no existe un *plano de fundación* bueno o resistente, la superficie se agrietará y acabará cuarteándose.

Los mejores planos de fundación son las rocas, las gravas apisonadas o simplemente, la base de un camino antiguo. En tales casos, el resto de la carretera (el *pavimento*) puede construirse directamente sobre esas bases. Pero esto no es frecuente, y los terrenos sobre los que se va a construir la carretera no tienen condiciones apropiadas para soportar el tránsito. En efecto, bajo el peso del tráfico, el terreno suele ceder, comprimiéndose, y entonces aparecen grietas en el pavimento. En tiempo seco, el suelo se comprime y se cuartea, con resultados desastrosos; en tiempo húmedo, las filtraciones de agua son causa de que el suelo se debilite y no resista las cargas a que está sometido.

Antes de construir una nueva carretera es necesario tomar muestras del suelo, a lo largo de la ruta proyectada. Las muestras, debidamente empaquetadas en envases herméticos, se envían al laboratorio para proceder a su análisis. Allí se investiga la composición del suelo, junto con otras propiedades, tales como su *compresibilidad*, su *cohesión*, su *permeabilidad* y su *plasticidad*.

Teniendo en cuenta estos resultados, el ingeniero de caminos decide entonces el modo de mejorar la calidad del plano de fundación. Por otra parte, mediante muchos otros experimentos se averigua el espesor necesario del pavimento, para soportar el tránsito previsto. De este modo, se construye una carretera eficaz con el mínimo costo.

Antiguamente, también se tomaban distintas medidas con arreglo a la variedad de planos de fundación que podían encontrarse. Así, era de sentido común poner un pavimento de mayor espesor sobre un suelo arcilloso que sobre una superficie de granito. Estas variaciones de espesor se hacían, sin embargo, "a ojo". En la actualidad, la precisión con que pueden calcularse los espesores correspondientes a los distintos terrenos permite, junto a un mayor grado de confianza en la carretera, una evidente disminución de los costos de construcción y mantenimiento.



Una carretera puede atravesar cualquier terreno, de cuyas resistencias depende el espesor de aquélla.

ESTABILIZACIÓN Y APISONAMIENTO DE SUELOS

Los terrenos arcillosos no son recomendables como planos de fundación de carretera, puesto que suelen comprimirse con la humedad. Bajo una carga determinada, estos terrenos se hacen más compactos, y se producen deformaciones en la superficie de la carretera. En cambio, un suelo arenoso presenta mayor resistencia a la deformación, por lo que no es tan compresible. Las contracciones que sufre en tiempo seco, comparadas con las del suelo arcilloso, son mucho más pequeñas.

Los ingenieros de caminos pueden recurrir a dos procedimientos para mejorar un plano de fundación: estabilizarlo o hacerlo más compacto. La estabilización consiste en preparar un subsuelo que no resulte afectado por los cambios de humedad; es decir, que el terreno no se deseque ni se inunde.

Para corregir los excesos de agua se realiza un eficaz sistema de drenaje. Los suelos débiles pueden reforzarse mezclándolos con otros materiales: por ejemplo, arena y grava mezclados con arcilla. En algunos casos se añade un material de unión, tal como alquitrán o cemento, lo que proporciona excelentes resultados desde el punto de vista de la permeabilidad y de la resistencia a la deformación.

Para hacer más compacto el subsuelo se utilizan, como es bien conocido por todos, las apisonadoras, que comprimen el terreno, haciendo que sus partículas se junten, con lo que se consigue un plano de fundación más resistente. No es probable que el tráfico ocasione luego una compresión mayor que la sufrida inicialmente.

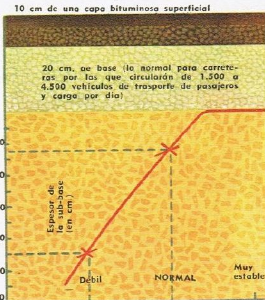
Es muy importante que el terreno que constituye el fundamento de una carretera presente propiedades uniformes. Cualquier carga trasmitida al pavimento debe repartirse por igual, de forma que no aparezcan puntos débiles.

Si se han de añadir materiales de aporte para la estabilidad del subsuelo, deben mezclarse bien con él. La mezcla debe hacerse con una máquina apropiada, operación que requiere mucho trabajo mecánico. Usualmente, este proceso se efectúa sobre la obra: se remueve el subsuelo, se añaden los ma-

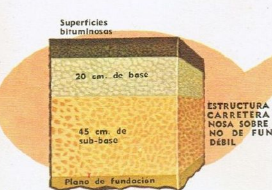
teriales de aporte, se mezcla bien, y se extiende la mezcla de modo uniforme.

EL PAVIMENTO

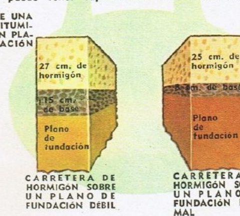
Una vez que el plano de fundación ha sido debidamente preparado, puede procederse a la construcción del pavimento, del que hay dos tipos: pavimentos *rígidos* de hormigón y pavimentos *flexibles* bituminosos. La elección de uno u otro tipo depende, en especial, de factores económicos. Si junto a la obra existe buena piedra, son preferibles los pavimentos bituminosos. En su defecto, han de preferise los pavimentos de hormigón.
Los pavimentos rígidos se construyen con hormigón reforzado de primera calidad. El hormigón no va directamente sobre el plano de fundación, sino que se construye primero una base cuyo material es duro, compacto y resistente a los reactivos químicos. La piedra molida, la arena compacta, la escoria, etc., son buenos materiales de partida.



La experiencia indica que el espesor más conveniente para el pavimento de una carretera debe calcularse teniendo en cuenta la resistencia del plano de fundación y el volumen del tránsito. Expresando la información en forma gráfica, se puede tener rápidamente una referencia.

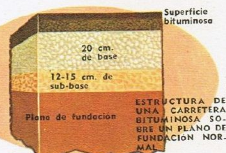


ESTRUCTURA DE UNA CARRETERA BITUMINOSA SOBRE UN PLANO DE FUNDACIÓN DÉBIL



CARRETERA DE HORMIGÓN SOBRE UN PLANO DE FUNDACIÓN DÉBIL

CARRETERA DE HORMIGÓN SOBRE UN PLANO DE FUNDACIÓN NORMAL



ESTRUCTURA DE UNA CARRETERA BITUMINOSA SOBRE UN PLANO DE FUNDACIÓN NORMAL

Esta base presta a la carretera un soporte adicional y, además, la protege de las heladas; es un material tan compacto que resiste los efectos del agua. Cualquier movimiento que se produzca por debajo, debido a la expansión del agua al helarse, queda amortiguado en esa capa.
A partir de las investigaciones efectuadas previamente acerca de la resistencia del plano de fundación y conociendo el volumen de tráfico probable, el ingeniero debe calcular el nivel de la base y del hormigón, de forma que pueda construirse una carretera eficiente con el mínimo costo. Si el plano de fundación es malo, y la carretera deberá soportar el paso de 4.500 vehículos al día, el pavimento puede tener unos 28 cm. de espesor, y la base, unos 15 cm. Con un plano de fundación normal se necesita una base de sólo 8 cm., y una capa de hormigón de 25 cm.
Los pavimentos bituminosos flexibles constan de un plano de fundación, una sub-base, una base y, finalmente, la superficie, pero les falta la rigidez de las carreteras de hormigón. El peso del tránsito se distribuye con uniformidad a través de las distintas capas. A partir de la resistencia del plano de fundación se calcula aquí, igualmente, el espesor necesario. La sub-base equivale, en realidad, a la base de las carreteras de hormigón. El material que la integra se compone de grava, piedra molida, etc.; es decir, material muy duro, resistente a la acción de las heladas. La base está formada por partículas granulares, unidas con cemento o alquitrán.

LA SUPERFICIE DE LA CARRETERA Y SU MANTENIMIENTO

La superficie de una carretera no debe ser deslizante, sino que, por el contrario, los neumáticos deberán agarrarse sobre ella. Debe estar limpia y ha de ser uniforme. Antes, las carreteras de hormigón eran inferiores a las bituminosas, respecto de las condiciones enumeradas. Actualmente, con los modernos procesos de deposición y acabado del hormigón, se ha superado esta dificultad. La contextura necesaria para evitar el deslizamiento se le comunica a la superficie al tiempo de su construcción. Si la superficie se vuelve demasiado lisa por el uso, con varios tratamientos se regenera su textura primitiva.
Las carreteras flexibles llevan una capa de asfalto o de "*macadam*" (*tarmac*). El asfalto se prepara con piedras relativamente grandes, embebidas en alquitrán. El "macadam" se hace con piedras más pequeñas, en contacto unas con otras y unidas a la carretera por una capa de alquitrán. Aunque el "macadam" es más económico, la resistencia elástica del asfalto se suma a la resistencia total de la carretera. Por otra parte, el asfalto es más resistente al agua. Una investigación cuidadosa de los más pequeños detalles mejora la calidad de las superficies de las carreteras. La elección de la piedra a utilizar es muy importante; ciertos tipos de piedra se desgastan con facilidad y no proporcionan un buen agarre a la superficie. El espesor correcto de alquitrán resulta también importantísimo: si es pequeño, las piedras de la superficie se separan pronto; si es demasiado grande, la superficie resulta pegajosa en verano.
El hielo sobre las carreteras es una amenaza muy peligrosa, principalmente en las curvas pronunciadas y en las pendientes. Aquellos lugares que representan un excesivo peligro pueden calentarse en invierno, para impedir que se forme hielo sobre su superficie. Para ello, se dispone en su base una red de resistencias eléctricas, que funciona por métodos automáticos.

Sub-base de un pavimento bituminoso, sobre el plano de fundación.



LAS VÁLVULAS Y SUS CARACTERÍSTICAS

Las válvulas electrónicas trabajan con intensidades de corriente y tensiones, controlando el flujo de corriente; la *válvula triodo* puede amplificar la tensión. Antes de que un nuevo tipo de válvula llegue al mercado, es necesario verificar su funcionamiento y determinar las condiciones de tensión e intensidad de corriente para las que haya de operar en régimen normal. Las válvulas están diseñadas para trabajar dentro de un cierto intervalo de corrientes y tensiones. Para probarlas, se conectan a un circuito de verificación, donde pueden controlarse, regularse y medirse las intensidades y las tensiones de entrada y salida. En los equipos simples de laboratorio, el circuito es similar a un circuito real de amplificación. Las únicas diferencias son que las resistencias que controlan la tensión de la grilla y del ánodo son *variables*, y que el circuito contiene tres instrumentos de medida: dos voltímetros, para medir las tensiones de la grilla y del ánodo, y un amperímetro, para medir la intensidad de corriente que atraviesa el ánodo.

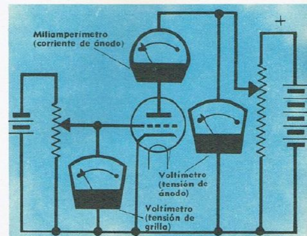
En las fábricas disponen de circuitos verificadores automáticos, donde hay una serie de controles mediante los que es posible registrar los resultados sobre la pantalla de un osciloscopio.

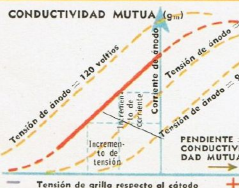
En la práctica, la señal que debe ser amplificada por la válvula es alterna y está alimentada, generalmente, a través de la grilla. La señal es, pues, una tensión variable, aplicada entre la grilla y el cátodo. Cuando se están determinando las características de la válvula, se utiliza una corriente continua. El valor de la corriente continua se mantiene constante mientras se hacen las lecturas; después se cambia a un nuevo valor, simulando el efecto de una corriente alterna.

Los resultados de los experimentos se representan gráficamente y forman las llamadas *curvas características*. Estas curvas proporcionan al ingeniero electrónico toda la información que necesita para conocer el funcionamiento de la válvula: cómo amplifica, e intensidad y tensión en que trabaja mejor.

Se utilizan tres instrumentos de medida, los cuales proporcionan tres lecturas. En un simple gráfico, sólo es posible mostrar cómo varían dos magnitudes. Por ello, el circuito se ajusta de forma que uno de los instrumentos de medida, ya sea el amperímetro o uno de los voltímetros, dé la misma lectura mientras se efectúa la confrontación de las otras dos variables. Las lecturas obtenidas

La válvula triodo se utiliza para amplificar señales eléctricas. Consta de tres electrodos: el cátodo, el ánodo y la grilla, que van introducidos en un bulbo de vidrio a vacío. La señal llega a la válvula entre la grilla y el cátodo, y sale entre el cátodo y el ánodo. La señal de entrada es la tensión variable aplicada entre la grilla y el cátodo; la señal de salida, la tensión variable entre el cátodo y el ánodo. La tensión de salida es mayor que la de entrada, puesto que la válvula amplifica.

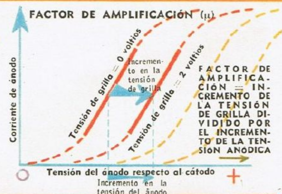




Curva característica de la tensión de grilla y de la corriente de ánodo. La pendiente es igual al incremento de corriente dividido por el incremento de la tensión, con lo que resulta la inversa de una resistencia, una "conductividad". La conductividad mutua es una medida del control que ejerce la grilla.



La resistencia anódica es la resistencia interna de la válvula. En un circuito, este valor representa la resistencia entre cátodo y ánodo. La resistencia es la inversa de la pendiente de esta curva característica.



La amplificación de la tensión de una válvula es la relación entre la tensión de salida respecto a la de entrada, para la misma corriente de ánodo. Este valor puede obtenerse también a partir de la segunda curva característica.

para estas últimas se representan gráficamente, unas sobre el eje x y otras sobre el y. Como hemos dicho, la tercera variable se mantiene constante, hasta que se realice un conjunto de lecturas para las otras dos en el intervalo de trabajo de la válvula.

Otra de las curvas características muestra la variación de la corriente de ánodo con la tensión de grilla, e indica cómo pequeños cambios en ésta producen grandes variaciones en aquélla. La lectura del otro voltímetro, el que registra la *tensión de ánodo*, se mantiene constante, por ejemplo, a 90 voltios.

En un triodo —una válvula típica—, la corriente de ánodo comenzaría a fluir cuando la tensión de grilla fuese de — 2 voltios. Se haría mayor a medida que ésta aumentara, hasta alcanzar un valor máximo, llamado *corriente de saturación*. Cuando se representan gráficamente los resultados, la parte central de la curva es una línea recta.

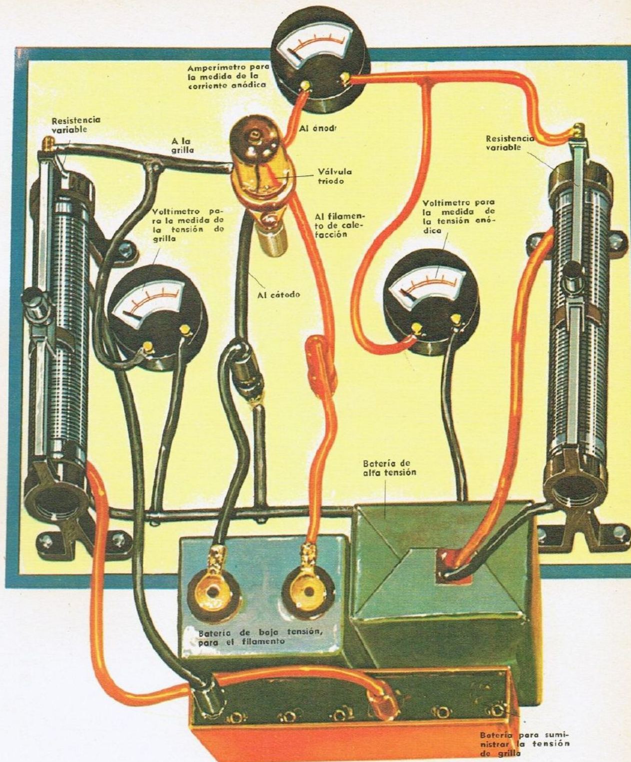
Cuando se aumenta la tensión de ánodo en cierta cantidad (por ejemplo, hasta 100 voltios), la corriente de ánodo comienza a fluir al alcanzar el potencial de grilla los — 4 voltios. Cuando este último potencial aumenta y se hace positivo, la corriente de ánodo aumenta también, hasta alcanzar aproximadamente el mismo nivel de saturación. Esta segunda curva característica es casi paralela a la anterior en su parte recta.

Las mismas operaciones se efectúan con tensiones de ánodo de 110 y 120 voltios, e incluso con valores más altos, según sea el tipo de válvula triodo que se esté probando. Como resultado, se tendrá una familia de curvas características. El otro conjunto de curvas características se obtiene mediante un experimento similar. La tensión de grilla se mantiene constante, mientras se varían la corriente y la tensión de ánodo. Para ello hay que ajustar las resistencias variables del circuito, de forma que el voltímetro conectado entre la grilla y el cátodo dé siempre la misma lectura. De este modo, pueden obtenerse curvas para tensiones de grilla de 0, — 2, — 4, — 6 voltios, etc.

La porción recta de la representación gráfica característica es la parte más útil. Las válvulas operan, normalmente, para corrientes y tensiones correspondientes a su curva característica, donde la corriente de ánodo es proporcional a la tensión de grilla (en la primera curva) y a la tensión de ánodo (para una tensión de grilla dada). La válvula amplifica entonces todas las señales en la misma proporción, ya sean débiles o fuertes, y la relación entre la señal de salida y la de entrada es constante.

Las válvulas triodos poseen tres cualidades importantes: su *conductividad mutua*, su *resistencia anódica* y su *factor de amplificación*. Todas estas magnitudes pueden obtenerse a partir de la porción recta de la representación gráfica característica. La conductividad mutua es la pendiente de la primera curva y constituye una medida de la acción de control de la grilla. La resistencia anódica se obtiene a partir de la pendiente de la segunda característica. Es una medida de la resistencia de la válvula dentro del circuito.

Basándose en todas las lecturas es posible trazar un tercer conjunto de curvas características, que muestran la tensión de ánodo frente a la de grilla. La pendiente de la curva es el *factor de amplificación* de la válvula. Este valor puede obtenerse también a partir de las otras dos curvas.



g_m, r_a y μ están relacionados por una simple ecuación

$$r_a = \frac{\text{incremento en la tensión anódica}}{\text{incremento en la corriente de ánodo}}$$

$$g_m = \frac{\text{incremento en la corriente de ánodo}}{\text{incremento en la tensión de grilla}}$$

$$r_a \times g_m = \frac{\text{incremento en la tensión de ánodo}}{\text{incremento en la corriente de ánodo}} \times \frac{\text{incremento en la corriente de ánodo}}{\text{incremento en la tensión de grilla}}$$

$$r_a \times g_m = \frac{\text{incremento en la tensión anódica}}{\text{incremento en la tensión de grilla}} = \mu$$

Así, pues, $r_a \times g_m = \mu$

Una vez que se conozcan dos de estas magnitudes, puede deducirse la tercera. Valores típicos de una válvula triodo son: r_a = = 8.000 ohmios; g_m = 2,5 miliamp./volt; μ = 20.

ELEMENTOS DE TRANSICIÓN

Actualmente, se conocen 104 elementos distintos, a partir de los cuales, ya sea en estado libre o en combinación, están formados todos los materiales que constituyen la Tierra. Las propiedades de los elementos varían en gran medida, pudiéndose encontrar entre ellos gases muy reactivos, tales como el flúor y el cloro; sólidos también muy reactivos, como el sodio y el potasio; gases inertes y metales pesados, de escasa reactividad, tales como la plata y el oro. Desde los primeros tiempos de la química se han llevado a cabo diversos intentos, dirigidos a ordenar y clasificar los elementos, con objeto de explicar las grandes diferencias y similitudes que existen entre los distintos grupos. A Demetrio Mendeleiev debemos la primera clasificación de los elementos con carácter general, que había de constituir lo que actualmente se conoce como *sistema periódico*. Si los elementos se ordenan según la magnitud de su peso atómico, se forman períodos naturales. Los dos elementos más ligeros, el hidrógeno y el helio, forman un primer período muy corto. A éste sigue el formado por los ocho elementos siguientes, es decir, desde el litio hasta el neón. El siguiente período, también de ocho elementos, comienza con el sodio y finaliza con el argón.

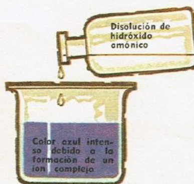
Cuando los elementos se ordenan de este modo, quedan agrupados por columnas en familias naturales. En cada período hay un cambio gradual en las propiedades de los elementos que lo componen. El primer elemento del primer período grande, el litio, pierde muy fácilmente un electrón, o sea, es un elemento fuertemente electropositivo. Según vamos recorriendo el período, se pierde este carácter, hasta llegar al séptimo miembro, el flúor, que presenta un marcado carácter electronegativo. El octavo miembro del período, el neón, es casi totalmente inerte. En el segundo período, esta variación de propiedades vuelve a repetirse. El primer miembro, el sodio, es muy similar al litio; el segundo, magnesio, se asemeja mucho al segundo miembro del primer período, el berilio. Esta variación periódica de propiedades se sigue cumpliendo en el resto del período y en los que le siguen. Aunque en su tiempo no pudo saberlo, Mendeleiev había dispuesto los elementos de acuerdo con el número de electrones que cada uno de ellos tenía en la capa externa de sus átomos. Así, pues, el litio y el sodio tienen, cada uno, un electrón en su capa externa, y son muy similares, químicamente, al primer miembro del tercer período, el potasio, que también tiene un electrón en su capa externa. A medida que vamos recorriendo cada uno de los primeros períodos, va aumentando en uno el número de electrones de sus capas externas. Al llegar al último, que será un componente de la familia denominada *gases inertes*, la capa externa de sus átomos contendrá 8 electrones.

Todas las propiedades químicas, y muchas de las propiedades físicas de los elementos, pueden derivarse de la disposición que adopten los electrones en el átomo. La capa externa es, a estos efectos, particularmente importante, pues contiene los *electrones de valencia*. Éstos son los electrones que pueden ser cedidos a otro átomo para formar enlaces *electrovalentes*, o compartidos con otros átomos para formar enlaces *covalentes*. El número de electrones de la capa externa es el factor principal, que decide el tipo de reacciones químicas en que entra el elemento y el tipo de enlace que forma con otros átomos. Así, pues, al disponer los elementos en una clasificación periódica, Mendeleiev los agrupó automáticamente con arreglo al número de electrones existentes en sus capas externas.

La clasificación por octavas, con el número de electrones aumentando hasta alcanzar el "número mágico" de ocho, se adapta a los elementos de pequeño número atómico, pero no se cumple para el cuarto y siguientes períodos. El primer elemento del cuarto período, el potasio, tiene un solo electrón en su capa externa. El segundo, calcio, dos electrones. El tercero, escandio, había de tener tres electrones, pero, de hecho, tiene sólo dos. La mayoría de los nueve elementos siguientes, del tercer período, tienen sólo dos electrones en su capa externa, *N*. Los nuevos electrones, en lugar de ir a la capa externa, van a la capa interna más cercana, *M*. Así, pues, el escandio tiene sólo 2 electrones en la capa *N*, pero 9 en su capa *M*. Su vecino, el titanio, tiene 10 electrones en su capa *M*, y así se continúa hasta llegar al cinc, que tiene 18 electrones en dicha capa. Después de éste sigue la secuencia original, y va aumentando el número de electrones de la capa externa, *N*. Los últimos elementos de este período tienen todos 18 electrones en la capa *M* y van llenando su capa externa hasta que queda completa con 8 electrones.



La mayoría de las sales de los metales de transición muestran colores característicos. Lo mismo sucede con los iones complejos que forman estos metales. El cobre forma el ion complejo $Cu(NH_3)_4$ al añadir una disolución de hidróxido amónico a otra de una sal de cobre.



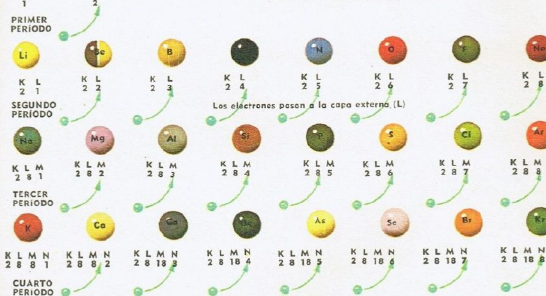
Los elementos comprendidos entre el escandio y el cinc se denominan *elementos de transición*. En el 5º y 6º períodos de la tabla periódica sucede algo similar, con lo que encontramos nuevas familias de elementos de transición, que contienen sólo dos electrones en su capa externa y no tienen completa su capa interna más cercana. Todos estos elementos de transición muestran muchas propiedades en común.

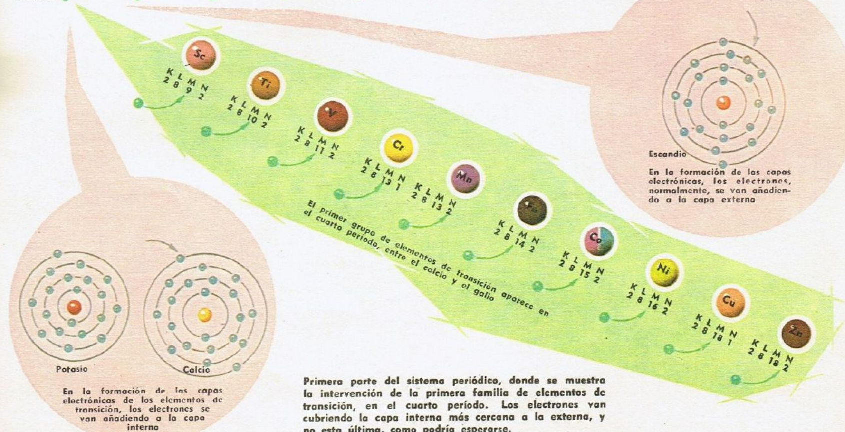
Casi todos los metales más comunes y más importantes son elementos de transición. Así, podemos citar el hierro, el cobre, el cinc, la plata, el oro, etc. Todos los elementos de transición son metales densos y brillantes, buenos conductores del calor y de la electricidad. Los metales de transición también incluyen los metales ferromagnéticos, hierro, cobalto y níquel. Los otros son paramagnéticos en su mayoría. Estas propiedades magnéticas son debidas también a la disposición de los electrones en el átomo. En los materiales ferromagnéticos, por ejemplo, existen *electrones desapareados* (no concordantes), es decir, hay un electrón girando en un sentido determinado, pero no existe otro cuyo *spin* contrarreste el anterior, neutralizando sus efectos magnéticos.

Las propiedades químicas de estos metales resultan muy afectadas por la tendencia de los electrones de la capa interna a tomar parte en los enlaces químicos. Aparentemente, estos electrones tienen inclinación a comportarse de modo similar a como lo hacen los electrones de valencia en la capa externa. Ello es así porque, realmente, se encuentran en una capa que no está completa. Un átomo de hierro, por ejemplo, puede perder dos electrones de su capa externa para formar el ion Fe^{++}, o también perder un electrón adicional de la capa siguiente para formar el ion Fe^{+++}.

El factor principal que determina las propiedades químicas de estos elementos es, sin embargo, el número de electrones de su órbita externa, y las propiedades de un elemento del período son, por tanto, muy similares a las de su vecino.

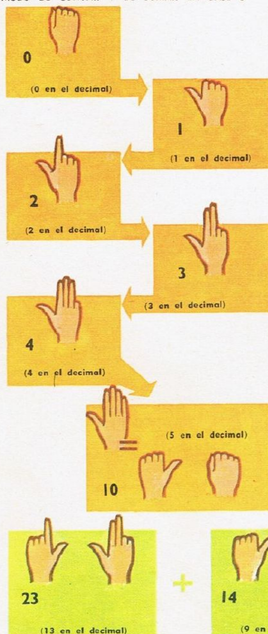
Todos los elementos de transición forman iones positivos, normalmente muy coloreados, tanto en estado sólido como en disolución. Algunos de ellos forman *iones complejos*. Los iones metálicos toman moléculas de agua o amoníaco, o incluso otros iones y agrupamientos químicos (tales como, por ejemplo, el ion cianuro CN), para formar compuestos de *coordinación*; un ejemplo bien conocido es el ion cuproamónico $(Cu[NH_3]_4)^{++}$, que se forma al añadir una disolución amoniacal a otra de una sal de cobre. La disolución azul intenso que resulta se utiliza en análisis cualitativo, para confirmar la presencia de iones cobre.





Primera parte del sistema periódico, donde se muestra la intervención de la primera familia de elementos de transición, en el cuarto período. Los electrones van cubriendo la capa interna más cercana a la externa, y no esta última, como podría esperarse.

MODO DE CONTAR Y DE SUMAR EN BASE 5



Un dedo de la mano izquierda equivale a 5 de la derecha

SISTEMAS DE NUMERACIÓN

Nuestro sistema de numeración cuenta por decenas. Existen, por tanto, diez cifras, que van de 0 a 9. Delante de la cifra correspondiente a las unidades va la de las decenas; delante de ésta, la de decenas de decenas (centenas), y así sucesivamente. El número 31 es igual a 3 decenas más una unidad, y 648 es igual a 6 centenas más 4 decenas más 8 unidades.

31 = 3 decenas + 1 unidad
648 = 6 centenas + 4 decenas + 8 unidades

La escala de decenas se denomina *escala decimal*.

Para sumar en la escala decimal, basta sumar primero las unidades, después las decenas, luego las centenas, y así sucesivamente. Cuando el número resultante de sumar las unidades es mayor que *diez*, hay que sumar a las decenas el número de éstas que se haya formado. Igualmente, hay que llevar a la columna de centenas el número de éstas resultante de sumar la columna de decenas.

El número 10 no tiene por qué ser la única base de un sistema de numeración. Los antiguos contaban de cinco en cinco, debido, probablemente, al número de dedos de la mano (el propio sistema romano de numeración está basado en el cinco). La cifra 5 no aparece en el sistema de numeración de base 5, ni, naturalmente, tampoco el 6, 7, 8 y 9. En este sistema, el 5 se escribe 10 y el 6 se representa como 11. Los primeros números son los siguientes:

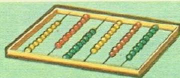
1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 14 20, . . .

En este sistema, el número 21 no significa lo mismo que en el sistema decimal, sino que corresponde al 11.

En la actualidad, nadie utiliza el sistema de base 5. Sin embargo, muchas de las modernas máquinas calculadoras realizan sus operaciones con el sistema de base 2, o *sistema binario*. En él no existen el 2, 3, 4, 5,



23 (13 en el decimal) + 14 (9 en el decimal) = 42 (22 en el decimal)



LA ESCALA DECIMAL

En este sistema, los números están formados por una cifra correspondiente a las unidades, otra a las decenas, otra a las centenas, etc.

$30 = 3 \times \underline{10}$
$300 = 3 \times \underline{10 \times 10}$
$3.000 = 3 \times \underline{10 \times 10 \times 10}$
y
$31 = 3 \times \underline{10} + 1$
$331 = 3 \times \underline{10 \times 10} + 3 \times 10 + 1$
$3.231 = 3 \times \underline{10 \times 10 \times 10} + 2 \times \underline{10 \times 10} + 3 \times \underline{10} + 1$



LA ESCALA DEL 5

En este sistema, los números constan de un número correspondiente a las unidades, más otro correspondiente a los quintetos, más otro de quinteto de quintetos, etc.

$30 = 3 \times \underline{5}$ (15 en la escala decimal)
$300 = 3 \times \underline{5 \times 5}$ (75 en la escala decimal)
$3.000 = 3 \times \underline{5 \times 5 \times 5}$ (375 en la escala decimal)
y
$31 = 3 \times \underline{5} + 1$ (16 en la escala decimal)
$331 = 3 \times \underline{5 \times 5} + 3 \times \underline{5} + 1$ (91 en la escala decimal)

Un número en base 5 puede convertirse en decimal según el método expuesto: sumando separadamente los equivalentes decimales de cada una de sus cifras.

DECIMAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
ESCALA DEL 5		2	3	4	10	11	12	13	14	20	21	22	23	24	30	31	32	33	34	40	41
BINARIO	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	10000	10001	10010	10011	10100	10101

6, 7, 8 y 9. El 2 del decimal se convierte en el 10; el 3, en el 11; el 4, en el 100, y así sucesivamente. De hecho, todos los números del sistema decimal se representan en la escala binaria con dos cifras: el 1 y el 0.

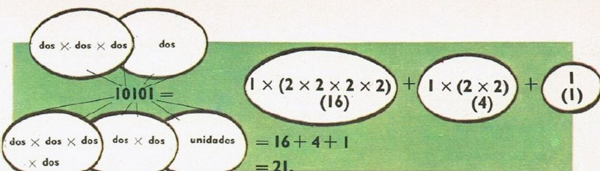
Decimal:	1	2	3	4	5	6	7	8
Binario:	1	10	11	100	101	110	111	1000

Hay un método sencillo para convertir un número del sistema decimal en otro del sistema binario: se divide por dos el número decimal; el cociente se divide de nuevo por dos, y así sucesivamente. Los restos (1 ó 0) que vayamos encontrando forman, a partir de la derecha, el número de sistema binario. Cuando alcancemos el cociente 1, se adjunta éste a la izquierda del último resto hallado.
Por ejemplo, si elegimos el 5, hemos de dividirlo por dos, lo que da un resto de 1 y un cociente de 2. El 1 será la primera cifra de la derecha. Continuamos dividiendo el 2 por 2: resto, 0; cociente, 1. En total, el 5, en el sistema binario, se expresará de este modo: 101. Como vemos, cuando en cualquier etapa aparece un número par, el resto es cero, y éste viene a incluirse en el número binario.
El sistema binario es particularmente útil, puesto que podemos asignar al 0 y al 1 (las dos únicas cifras que se utilizan) las dos posiciones (abierto y cerrado) de un interruptor en un circuito eléctrico. Las calculadoras electrónicas constan de un sistema realmente complicado de circuitos electrónicos, que admiten dos posibilidades: estar abiertos o cerrados. Es posible diseñar los interruptores de forma que, de este modo, puedan realizar operaciones aritméticas. Aunque en el sistema binario se necesitan muchas más cifras para expresar un número, cada operación, por separado, es mucho más simple, pues sólo se admite una contestación: el 1 ó el 0. Por ejemplo,

Decimal
$$\begin{array}{r} 17 \\ +49 \\ \hline 66 \end{array}$$

Binario:
$$\begin{array}{r} 10001 \\ +110001 \\ \hline 1000010 \end{array}$$

Es posible comprobar fácilmente (mediante divisiones sucesivas por 2) que el número 66 (decimal) viene representado por 1000010 en el sistema binario.



Existen tres únicas reglas a tener en cuenta en la operación de sumar:

$0 + 0 = 0$

$1 + 0 = 1$

$1 + 1 = 10$

Las tres reglas correspondientes a la sustracción son:

$1 - 1 = 0$

$10 - 1 = 1$

$1 - 0 = 1$

Las máquinas calculadoras de despacho no suelen operar en el sistema binario, sino que, por lo general, realizan las operaciones en el sistema decimal. Para ello llevan una serie de ruedas con 10 posiciones posibles. Las ruedas están acopladas de forma que, después de la novena posición, hacen que la rueda contigua se mueva una posición, lo que corresponde a "llevarse una" en la adición ordinaria del sistema decimal.
En Inglaterra, algunas máquinas de este tipo operan en el sistema de base 12, debido a que cada chelín posee 12 peniques; pero tienen otras columnas en un sistema de 20, pues cada 20 chelines forman una libra.

SUSTRACCIÓN EN EL SISTEMA BINARIO

$$\begin{array}{r} 10101 \\ -1010 \\ \hline 1011 \end{array}$$

1 − 0 = 1

1 − 1 = 0 (Este uno proviene de la operación en la columna anterior)

10 − 1 = 1 (y llevamos una)

ADICIÓN EN EL SISTEMA BINARIO

$$\begin{array}{r} 1010 \\ +\ 1011 \\ \hline 10101 \end{array}$$

1 = 1 + 0

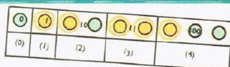
0 + 0 = 0
0 + 1 = 1 (que nos llevamos)

1 + 1 = 10 (y llevamos una)

1010 = 10 decimal
1011 = 11 decimal
10 + 11 = 21 decimal
21 decimal = 10101

10101 = 21 decimal
1010 = 10 decimal
21 − 10 = 11 decimal
11 decimal = 1011

COMPROBACION EN EL SISTEMA DECIMAL



LA ESCALA BINARIA

En este sistema, los números constan de una cifra correspondiente a las unidades, más otra correspondiente a parejas, más otra de parejas de parejas, etc.
10 = 1 × 2 (2 en el sistema decimal)
100 = 1 × 2 × 2 (4 en el sistema decimal)
1.000 = 1 × 2 × 2 × 2 (8 en el sistema decimal)
y
111 = 1 × 2 × 2 + 1 × 2 + 1 (7 en el sistema decimal)
1.010 = 1 × 2 × 2 × 2 + 1 × 2 × 2 (12 en el sistema decimal)
Un número de la escala binaria puede convertirse en decimal desdoblándolo, de este modo, en unidades, parejas, parejas de parejas, etc., y sumando los números que resultan.

TRASFORMACIÓN DEL DECIMAL AL BINARIO

Para pasar del sistema decimal al binario hay que dividir repetidamente por dos. Los restos que van encontrándose sucesivamente forman el número binario. Tomemos como ejemplo el número decimal 42.

42/2	21	grupos de 2;	resto, 0
21/2	10	grupos de 2 × 2;	resto, 1
10/2	5	grupos de 2 × 2 × 2;	resto, 0
5/2	2	grupos de 2 × 2 × 2 × 2;	resto, 1
2/2	1	grupo de 2 × 2 × 2 × 2 × 2;	resto, 0

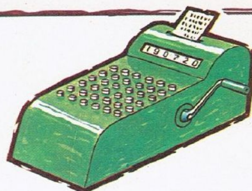
Luego, el equivalente de 42 en el sistema binario es 101010.

DECIMAL	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
ESCALA DEL 5	42	43	44	100	101	102	103	104	110	111	112	113	114	120	121	122	123
BINARIO	10110	10111	11000	11001	11010	11011	11100	11101	11110	11111	100000	100001	100010	100011	100100	100101	100110

EL CUENTAKILÓMETROS

Y LA MÁQUINA

DE CALCULAR PORTÁTIL

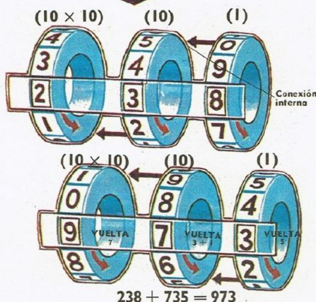


Los cuentakilómetros de los coches registran acumulativamente la distancia que éstos recorren, y están basados en el mismo principio que las calculadoras mecánicas.

Constan de varias ruedas, que llevan numeros del 0 al 9 en sus bordes. Estas ruedas están dispuestas unas junto a otras y conectadas de forma que, al dar una vuelta completa, hagan girar un espacio a la rueda de la izquierda. La rueda de la derecha registra los kilómetros; la siguiente, las decenas de kilómetros; la otra, las centenas, y así sucesivamente. La conexión de las ruedas permite el arrastre de unidades de la rueda anterior.

En las calculadoras de mesa, se presionan las teclas correspondientes para dar entrada al número. Por ejemplo, el número 238 se introduciría en la máquina marcando el 2 en la columna de las centenas, el 3 en la de las decenas y el 8 en la de las unidades. Al bajar la palanca, quedan las tres ruedas correspondientes marcando este número. Si vamos a sumar al anterior el número 735, marcamos sobre el panel, en las columnas correspondientes, el 7, el 3 y el 5. Al bajar la palanca, la rueda de las unidades, que estaba marcando el 8, es obligada a moverse 5 posiciones más, pasando a través del 0 y deteniéndose en el 3. La rueda de las decenas ha sido girada una posición, a causa del arrastre de las unidades. Después, gira otras 3, arrojando un total de $3 + 3 + 1 = 7$ en esta columna. Esta rueda no llega a alcanzar el cero, de forma que, en este caso, no arrastramos nada. En la columna final del cálculo, 7 se suma con 2 para dar 9. El resultado final es, pues, de 973. Un rápido cálculo mental nos demuestra que la máquina operó correctamente y que siguió el mismo procedimiento que nosotros.

Las máquinas de calcular efectúan de modo análogo la operación de restar. Para multiplicar, suman el mismo número repetidamenre. Por ejemplo, para multiplicar 25×46, la calculadora suma 25 veces el número 46.

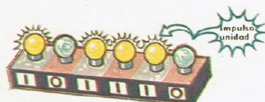


LA CALCULADORA ELECTRÓNICA BINARIA

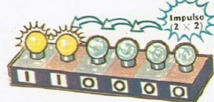
El principio de esta calculadora, base de los equipos "computadores" electrónicos, se observa en un panel de lámparas, las cuales pueden estar encendidas o apagadas. Estas lámparas pueden encenderse mediante un impulso eléctrico. Un segundo impulso eléctrico apaga una luz encendida y enciende la siguiente. Las lámparas encendidas representan el número 1, y las apagadas, el cero.



Las lámparas representan inicialmente el número binario 101101.



Cuando otro impulso eléctrico alcanza una luz, que ya está encendida, la lámpara se apaga, y un nuevo impulso se trasmite a la lámpara de la izquierda. Ahora, el total es de 101110.



El siguiente impulso afecta a la lámpara (2 × 2), que se apaga, pasando un nuevo impulso a la siguiente. Ahora, el total es de 110000.

DECIMAL	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
ESCALA DEL 5	124	130	131	132	133	134	140	141	142	143	144	200	201	202	203	204
BINARIO	100111	101000	101001	101010	101011	101100	101101	101110	101111	110000	110001	110010	110011	110100	110101	110110

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

DIMETILSULFÓXIDO, UN PRODUCTO ENIGMÁTICO

Ya habíamos adelantado (TECNIRAMA Nº 119, "Noticias de hoy") el descubrimiento de un nuevo y prometedor analgésico: el **dimetilsulfóxido** o **DMSO**. El interés que sigue existiendo en todo el mundo por este fármaco y el haber surgido nuevas publicaciones, polémicas y noticias sobre él hacen conveniente rever y complementar la información a nuestros lectores sobre tan importante tema.

El producto químico no es nuevo, puesto que su síntesis se encuentra descrita desde hace un siglo; lo que sí resultan nuevas son sus propiedades terapéuticas. Es un caso análogo al del DDT, cuyas interesantes propiedades insecticidas fueron descubiertas, en el año 1943, por investigadores de una importante firma suiza, y comunicadas a los aliados en el mayor secreto; pero, terminada la segunda guerra mundial y difundida la fórmula química del insecticida, se comprobó que su síntesis había sido descrita, muchos años antes, por un modesto estudiante alemán de la Universidad de Heidelberg.

Por todo ello, la fabricación del dimetilsulfóxido, como la del DDT, puede hacerla cualquier empresa que se lo proponga, pues no se halla amparada por patente alguna. La fórmula del DMSO es $CH_3 - SO - CH_3$; como se puede apreciar, sumamente parecida a la de la acetona ($CH_3 - CO - CH_3$), por lo que no es de extrañar que el producto presente muchas de las propiedades físicas de ésta. Es, en efecto, un buen disolvente de uso general, pues se mezcla tanto con agua como con la mayoría de los líquidos orgánicos. Por ejemplo, se ha utilizado ampliamente para disolver insecticidas. Aparte de que su síntesis es sencilla, el DMSO resulta un producto abundantísimo, pues se obtiene como subproducto, en grandes cantidades, en la fabricación de las pastas celulósicas al sulfito.

Sus propiedades terapéuticas, que después comentaremos, fueron conocidas casi por azar. La difusión de estas propiedades a través de la prensa no especializada (no médica) es lo que ha motivado, en el fondo, la gran polémica que se levanta en torno del dimetilsulfóxido. Las publicaciones clínicas, alzando la bandera de la terrible talidomida, pusieron en guardia a la opinión médica sobre las funestas consecuencias que podría traer el uso indiscriminado del DMSO. Y las advertencias son razonables, porque su utilización masiva parece un poco prematura; pero, entre líneas, se lee un trasfondo de disgusto reprimido, por el simple hecho de no haber podido controlar la difusión de tan interesante fármaco.

Por otra parte, existen ya muchas publicaciones científicas sobre el DMSO que, por lo menos, indican una particularidad bastante importante: la toxicidad es sumamente baja y, por tanto, su uso no ofrece peligros evidentes durante un lapso prudencial.

¿Y sus propiedades terapéuticas? ¿Se trata, en efecto, de un fármaco milagroso? Aquí parece realmente justificada la polémica, y quizá no en el temor de que constituya una nueva talidomida.

Se pretende que el dimetilsulfóxido es la panacea contra el dolor y la inflamación; dolores musculares, quemaduras, dolores por fracturas, algunos tipos de reuma, etc. desaparecerían con rapidez tras la aplicación del fármaco. Existen ejemplos que apoyan parcialmente lo anterior, pero, en realidad, la experiencia clínica es muy pobre todavía para afirmar que el dimetilsulfóxido, por sí mismo, es un eficiente agente analgésico y antiinflamatorio. Incluso, en ciertas publicaciones clínicas se niegan algunas de las presuntas propiedades antidolorosas, por no haberlas podido demostrar experimentalmente.

Ahora bien, el dimetilsulfóxido tiene propiedades de otro orden, al parecer demostradas, que pueden ser muy interesantes en terapéutica. Su absorción a través de la piel es rapidísima, por lo que puede constituir el vehículo ideal para aplicar en tópicos una serie de eficaces principios activos. Por ejemplo, los modernos esteroides antiinflamatorios del tipo cortisona (prednisona, prednisolona, triamcinolona, etc.), que se aplican en la piel para aliviar las más variadas inflamaciones, pueden atravesar la epidermis e introducirse mucho mejor disueltos en el DMSO; de hecho, se ha publicado que un preparado de este tipo evita las inyecciones directas del esteroide en las articulaciones, para aliviar el dolor. Otra asociación feliz, cuyos buenos efectos parecen comprobados, consiste en una solución de un fungicida o germicida en DMSO para detener súbitamente ciertos trastornos micósicos (por ejemplo, el "pie de atleta"). Como es fácil suponer, el DMSO ofrece, en este sentido, innumerables aplicaciones, que los farmacólogos y clínicos irán comprobando paulatinamente.

Hasta ahora nos hemos referido a la vía de administración tópica (uso externo), la única que parece prudente permitir por el momento. Pero si en un futuro más o menos próximo se comprueba, tras exhaustivos ensayos, que las vías oral, parenteral o intravenosa son igualmente seguras y utilizables, las perspectivas del dimetilsulfóxido son fantásticas. Aunque, repetimos, parecen más interesantes las aplicaciones como vehículo potenciador de otros principios activos, que las propias del producto, en la actualidad bastante discutibles, mientras no se demuestre lo contrario.

Hemos de aclarar que, aunque las propiedades terapéuticas del DMSO han sido descubiertas en los Estados Unidos, surgiendo allí la correspondiente polémica, el uso del fármaco en dicho país está muy restringido; sólo se permite su aplicación tópica en determinados casos clínicos, controlados por la F.D.A. ("Food and Drug Administration"). Por el contrario, las autoridades sanitarias de algunos países europeos permiten la libre comercialización de especialidades farmacéuticas para uso tópico, con DMSO especialmente purificado.



CORREO DE LECTORES

A NUESTROS LECTORES

Con el fin de hacer más completa la colección de TECNIRAMA, la Dirección ha resuelto incluir nuevos artículos de alto valor científico y técnico, que ampliarán, en ambos campos, el conocimiento general de los lectores.
Por eso, esta ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, que en un principio se había programado y proyectado para 104 números, en 8 volúmenes, se extenderá a 130, que constituirán 10 volúmenes lujosamente ilustrados, con todo el fantástico universo de la ciencia, con los descubrimientos y logros alcanzados en los últimos tiempos por los más sobresalientes científicos del mundo.
Además, y en atención al pedido formulado por numerosos lectores de TECNIRAMA, estamos estudiando la inclusión, en el número 130 de la revista, de un índice general, por materias y temas, que facilitaría en grado sumo la búsqueda y consulta de cualquier artículo.

AJUSTE DE ECUACIONES QUÍMICAS

¿Qué me pueden decir sobre el método del ion-electrón, usado en química para igualar fórmulas? M. A. L. O.

El método del ion-electrón se suele aplicar para el ajuste de las reacciones de oxidación-reducción (reacciones **redox**), que se verifican en solución acuosa.

Está basado en el hecho de que el número de electrones que pierde el agente reductor ha de ser igual al número de electrones que gana el agente oxidante.

Las etapas que se siguen para ajustar una ecuación química por este método son las siguientes:

a) escribir la ecuación iónica general;
b) escribir las ecuaciones parciales para el oxidante y para el reductor;
c) igualar el número de electrones que aparece en cada una de las ecuaciones;
d) sumar dichas ecuaciones, con lo que se obtiene la ecuación iónica ajustada;
e) si se desea, pasar de la ecuación iónica a la molecular.

Por ejemplo, deberá ajustarse la siguiente reacción:



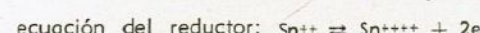
$$Cl_3Fe + Cl_2Sn \rightleftarrows Cl_2Fe + Cl_4Sn$$

a) ecuación iónica general:



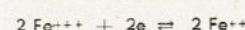
$$Fe^{+++} + Sn^{++} \rightleftarrows Fe^{++} + Sn^{++++}$$

b) ecuación del oxidante: $Fe^{+++} + 1e \rightleftarrows Fe^{++}$



ecuación del reductor: $Sn^{++} \rightleftarrows Sn^{++++} + 2e$

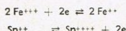
c) para igualar el número de electrones en ambas ecuaciones parciales se multiplica la primera por 2;



$$2\,Fe^{+++} + 2e \rightleftarrows 2\,Fe^{++}$$

d) suma de las dos ecuaciones parciales:





$$2\,Fe^{+++} + 2e \rightleftharpoons 2\,Fe^{++}$$

$$Sn^{++} \rightleftharpoons Sn^{++++} + 2e$$



$$2\,Fe^{+++} + Sn^{++} + 2e \rightleftharpoons 2\,Fe^{++} + Sn^{++++} + 2e$$

Los electrones se pueden eliminar de ambos miembros de la ecuación, porque son iguales.
Queda ajustada la ecuación iónica de la forma:



$$2\,Fe^{+++} + Sn^{++} \rightleftharpoons 2\,Fe^{++} + Sn^{++++}$$

e) la ecuación molecular correspondiente es:



$$2\,Cl_3Fe + Cl_2Sn \rightleftharpoons 2\,Cl_2Fe + Cl_4Sn$$

CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

LAS PIRÁMIDES DE EGIPTO

Les ruego me informen sobre algunos detalles de la construcción de las pirámides: en qué época fueron construidas, cuánto se tardó, sus dimensiones, etc. M. A. B.

Aunque estamos acostumbrados a las clásicas pirámides de Egipto, de base rectangular, existen también monumentos de este tipo cuya base es un polígono regular cualquiera; pero todas tienen sus caras laterales en forma de triángulo. Y no sólo existen pirámides en Egipto, sino también en Nubia, Asiria, Etruria, India, Siam, Grecia, Roma, América (son famosas las de México) e, incluso, en Oceanía.

Sin embargo, las más hermosas son las egipcias, constituyendo una de las maravillas del mundo. En Egipto existen unas 70 pirámides al borde del desierto de Libia, en la orilla occidental del Nilo, frente a El Cairo, diseminadas en una extensión de 30 Km.

Los antecedentes directos de las pirámides son las **mastabas**, edificios funerarios de ladrillo, de base cuadrangular y paredes lisas y oblicuas, en las que se labraban espacios interiores para la recepción de los cadáveres. En la III dinastía faraónica (unos 2.800 años antes de Cristo) las pirámides sustituyeron las mastabas. Al principio eran de graderías, es decir, de pisos superpuestos, cada vez menores; de esta época son algunas pirámides de Sakkara y Medun, sepulturas respectivas de los faraones Tjeser y Suefuru; este último faraón, primero de la IV dinastía (2750 a.C.) erigió también la primera pirámide verdadera: la gran pirámide de Dashur.

Sin embargo, las más bellas y famosas de las pirámides egipcias, las pirámides de Gizeh, fueron construidas por los tres siguientes faraones de la IV dinastía: Cheops, Chefrén y Mycerino. La primera de ellas es la mayor de todas; tiene 233 m. de lado, 137 de alto y ocupa un volumen de casi 2 millones y medio de metros cúbicos. Fue construida con grandes bloques de piedra caliza y de granito, que se extraían del mismo terreno o, cuando se necesitaban calidades más duras, eran trasportadas desde las canteras de Tura y de Asuán; los granitos rojos procedían de Hammamat. La pirámide la constituyen unas 200 gradas de enormes sillares, algunos de los cuales pesan más de 100 toneladas, aunque la altura del peldaño no suele superar el metro. Originalmente, no existían estos peldaños, ya que los huecos se rellenaban y cubrían de piedras, de tal forma que las caras eran planos continuos.

Para levantar la pirámide en la región de la antigua Menfis, hubo que construir previamente una calzada desde las canteras de Tura hasta el Nilo, y otra desde el río a su emplazamiento. En estos trabajos y en perforar la cámara subterránea se emplearon continuamente 100.000 hombres (renovados cada tres meses) durante 10 años; para erigir la pirámide propiamente dicha se necesitaron otros 100.000 hombres durante 20 años más.

La pirámide de Chefrén es ligeramente menor que la de Cheops. La de Mycerino es bastante menor (108 m. de base y 62 m. de altura), pero supera las anteriores en la riqueza de los materiales empleados y en el acabado del trabajo; además, en ella se conserva su revestimiento de granito rosado.

Las pirámides de Abusis se atribuyen a los faraones de la dinastía V. En Sakkara, que ya contaba con pirámides de la III dinastía, edificó también la VI dinastía. Ya las pirámides empezaron a ser de ladrillo de limo del Nilo, reservándose las piedras (granito pulido) para el revestimiento exterior. La mayor parte de las pirámides de Dahshur, así como las de Lisht, fueron construidas por la XII dinastía.

Desde la XIII a la XVII dinastía, las pirámides fueron edificadas en Tebas. Tutmosis fue el primer faraón que mandó hacer una tumba para su sepulcro, y su ejemplo lo siguieron los restantes faraones; pero, acabada la dinastía tebaida, se empezaron a construir de nuevo pirámides, aunque con el ángulo más escarpado.

Y PARA CONCLUIR...

SERIE ELECTROQUÍMICA DE LOS ELEMENTOS

Los elementos químicos se pueden clasificar según su facilidad para ceder electrones y trasformarse en iones. Así se obtiene la serie electroquímica de los elementos. En esta clasificación, los elementos superiores ceden sin dificultad sus electrones y, por el contrario, los iones que de ellos se derivan no manifiestan gran avidez electrónica para reconstruir los átomos del elemento. Si los elementos de la parte inferior de la serie son metales, pasan con dificultad al estado iónico, y, si son metaloides (o "no metales", como se llaman en la nomenclatura moderna), tienen gran avidez electrónica para adquirir el estado iónico; estos últimos, una vez trasformados en iones, son muy estables en dicho estado.

La serie electroquímica de los elementos, que se expone a continuación, proporciona una idea muy valiosa sobre su comportamiento químico. Un metal de la cabeza (comienzo) de la serie desplaza de las soluciones de sus sales a cualquier otro metal que esté debajo de él en la clasificación, llevándolo al estado atómico. En consecuencia, la formación de cualquier tipo de compuesto metálico será más o menos fácil según que el metal se encuentre arriba o abajo en la serie electroquímica.

De lo anterior también se deduce que la serie electroquímica, en la que se ordenan los metales según su tensión de disolución frente al agua, puede dar, en primera aproximación, un criterio sobre la atacabilidad primaria de los metales, es decir, explica los fenómenos de la corrosión; pero, en la práctica, hay casos en que no puede explicar nada, porque existe una serie de factores que alteran notablemente esta primera clasificación de metales atacados por el agua y metales que forman sales solubles (sobretensión, pasivado, etc.).

1º) Litio	14º) Estaño
2º) Potasio	15º) Plomo
3º) Sodio	16º) Hidrógeno
4º) Calcio	17º) Antimonio
5º) Magnesio	18º) Bismuto
6º) Aluminio	19º) Cobre
7º) Manganeso	20º) Yodo
8º) Cinc	21º) Mercurio
9º) Cromo	22º) Plata
10º) Hierro	23º) Bromo
11º) Cadmio	24º) Platino
12º) Cobalto	25º) Cloro
13º) Níquel	26º) Oro

PRECIOS DE VENTA (Rigen tambien para los numeros atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	50.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

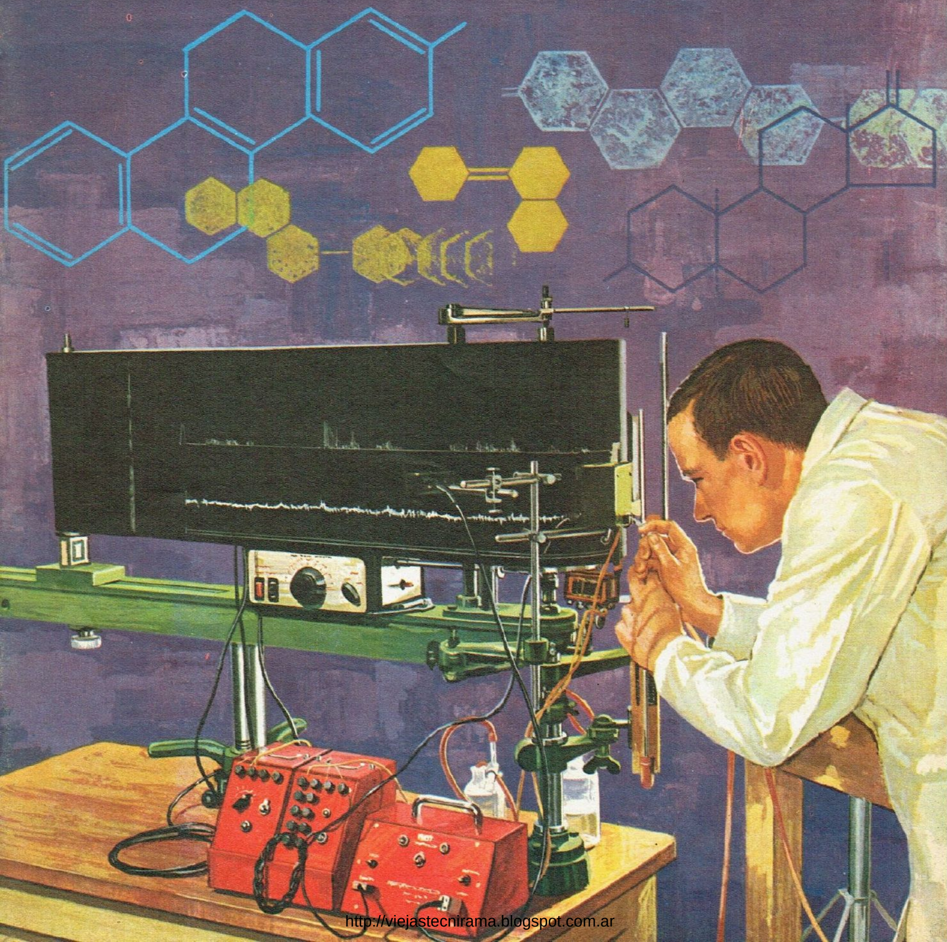
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 28 de marzo de 1966.

Nº 129

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



CONSEJO DE ASESORES DE TECNIRAMA

SUPERVISOR CIENTIFICO DE LA VERSION CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: E. MÜLLER (Universidad de Tubingen, Alemania), la industria farmacéutica. F. J. MOORE y W. T. HALL (International Chemical Series Fd., USA), el esferómetro. W. C. ELMORE (Swarthmore College) y M. SANDS (Univ. de California, USA), antenas de televisión. J. REY PASTOR (Univ. de Madrid) y L. IÑIGUEZ (Univ. Zaragoza), la línea de los números. H. WELLS (Univ. de California), la increíble anguila. K. ZIEGLER (Univ. de Mülheim, Alemania), explosiones. G. M. SMITH (Stanford University), espinas y aguijones. M. SAN MIGUEL (Univ. de Madrid) y P. FERRANDO (Univ. de Zaragoza), información sobre los climas antiguos. L. BRÚ (Univ. de Madrid) y G. BRUHAT (Univ. de París), cambio de fase: el punto crítico. A. M. MORGAN (Mount Holyoke College, USA), explotación de la caza. R. W. STACY (Ohio State University) y D. T. WILLIAMS (Batelle Memorial Institute), recuento globular.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 129

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerin Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S.A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA - Sobre un fondo de complejas fórmulas orgánicas, se observa a un investigador que estudia la estructura molecular de un nuevo compuesto.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Caballos del paleolítico. — Hace unos cien años, un soldado y explorador ruso, Nicolai M. Przewalski, descubrió en las llanuras de la Mongolia exterior hordas de caballos salvajes, de un color amarillo oscuro característico. No se trataba de caballos domésticos que habían vuelto a la vida libre y recuperado parte del salvajismo de sus primeros antecesores, como sucede con los caballos de las llanuras del norte y del sur de América.
Se trataba de una especie completamente distinta, porque, aparte de su capa peculiar, su talla era relativamente pequeña y presentaba otras características, que la identificaban con los caballos prehistóricos, que aparecen dibujados en las cuevas de los hombres primitivos.
Durante el siglo trascurrido, estos caballos de Przewalski fueron disminuyendo rápidamente de número, por la persecución continua a que se les sometía para aprovechar su carne y su piel; algunos ejemplares fueron enviados a diversos parques zoológicos del mundo, pero la cautividad les impidió multiplicarse y vivir adecuadamente, desapareciendo poco a poco. Al mismo tiempo, algunos zoólogos trataron de reproducir las especies primitivas mediante estudiados cruces entre caballos domésticos elegidos, y consiguieron algunos ejemplares notables, pero que no pueden considerarse "auténticos".
El caballo salvaje de Mongolia, genuino representante de las razas paleolíticas, sólo podía subsistir en su habitat natural, y allí estaba desapareciendo en forma gradual. Hace pocos años se consideraba prácticamente extinguido. Pero algunos ejemplares debieron quedar aislados, porque, a consecuencia de las medidas protectoras, se han vuelto a ver pequeños rebaños en la región de Takhin Sharnuru; se trata de la variedad montañosa amarilla del sudoeste de Mongolia.
En el Segundo Simposium Internacional del Caballo, celebrado en Berlín en el año 1965, los asistentes al mismo sugirieron a los representantes de China y de Mongolia que tomasen medidas más estrictas para proteger los auténticos caballos salvajes que aún se conservan.



NOTICIAS DE MAÑANA

Conservación de alimentos frescos. — La industria de la alimentación es una de las ramas técnicas que más rápido progreso están experimentando, como consecuencia de la creciente demanda de alimentos en todo el mundo. Se hace necesario encontrar métodos para conservar los alimentos, con objeto de que los productos obtenidos en años excepcionalmente buenos puedan compensar la escasez de los años malos. Por otra parte, los excedentes alimenticios de países con una agricultura rica y avanzada no deben destruirse o quemarse para mantener unos precios remuneradores para el cultivador; lo humano y deseable es conservarlos y distribuirlos gradualmente, de forma que, salvando razonables intereses económicos, los hombres puedan aprovechar todo lo que la tierra les ofrece en la actualidad.
Pero las necesidades dietéticas no se ciñen ya al mero contenido calórico de los principios inmediatos del alimento (proteínas, grasas e hidratos de carbono), que se podían asegurar desde hace años con la clásica técnica de las conservas envasadas; es necesario aportar al organismo una serie de sustancias vitales (vitaminas, enzimas, etc.) y otros oligoelementos que se destruyen, más o menos intensamente, a las temperaturas que existen en los autoclaves del proceso de envasado. Es muy conveniente consumir algunos productos frescos.
La técnica del frío, refrigeración y congelación, ha venido a remediar este grave inconveniente, pero las cualidades organolépticas (sabor y olor) de los productos así conservados también se pierden y, aunque lentamente, no se pueden evitar algunas fermentaciones y otras reacciones secundarias.
Investigadores canadienses han descubierto un nuevo perfeccionamiento en la técnica de conservación de hortalizas por refrigeración. Según dichos científicos, todos estos vegetales se conservan mucho mejor cuando el ambiente refrigerado (alrededor de 1°C.) tiene una elevada humedad relativa; en el caso concreto de las zanahorias, se precisa una temperatura entre 0 y 1°C., y una humedad relativa próxima al 100 %. En la actualidad, prosiguen las investigaciones con otras hortalizas, por lo que, en un futuro próximo, se podrá contar con alimentos conservados en estado natural, de mejor calidad.

LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

Siete de cada diez recetas de las escritas actualmente no se podrían haber prescripto en 1935, pues las medicinas correspondientes no existían entonces. Tal ha sido el crecimiento de la industria farmacéutica, pero no tanto en términos de volumen total como de diversidad de productos; en especial, el aumento fue más notable en lo referente al número de fármacos sintéticos.

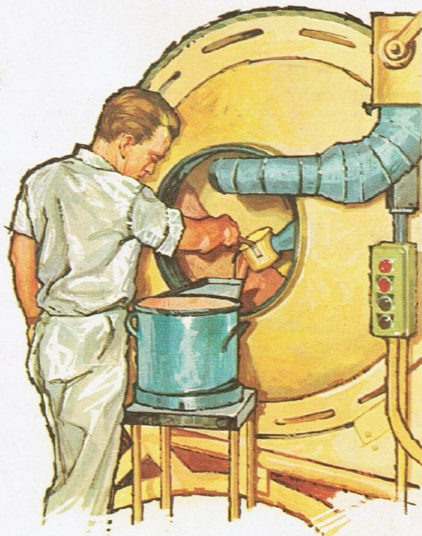
La mayoría de los compuestos que se utilizaban al principio de la primera guerra mundial eran de origen natural, como la atropina de la belladona, la morfina de la adormidera, etc. No existía una industria farmacéutica con el carácter actual. Había pequeños negocios familiares, que actuaban como mayoristas de fármacos y que obtenían sus componentes activos a partir de compuestos naturales, bien del propio país o importados. Se hacían pocas modificaciones químicas de las moléculas de los compuestos naturales, aparte de algunas pequeñas variaciones, como la preparación de codeína por metilación de la morfina. Los farmacéuticos locales preparaban sus píldoras, polvos y lociones a partir de los productos suministrados por los mayoristas.

En cambio, la industria farmacéutica actual es un enorme y complejo grupo de empresas, cuyos procesos de fabricación están dirigidos a la preparación de productos químicos sintéticos. Porque, a pesar de que aún se usan muchos fármacos naturales, casi todos los productos son artificiales. El farmacéutico casi nunca prepara los productos que expende, ya que la industria produce píldoras, tabletas, medicinas e inyectables dispuestos para su uso.

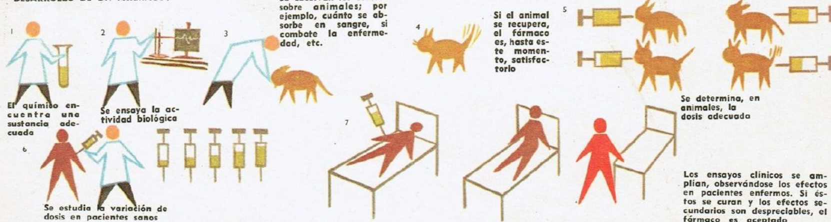
El impulso que motivó el repentino crecimiento de la industria farmacéutica fue el descubrimiento, en 1935, de la primera *sulfamida*; se trataba de un colorante rojo llamado *"Prontosil"*, pero se había patentado tres años antes. Su descubridor, el Dr. Gerhard Domagk, recibió después el Premio Nobel. La gran importancia adquirida por el "Prontosil" se debió, en principio, al hecho de que combatía una gran variedad de bacterias patógenas, contra las cuales no se conocía ningún remedio; pero tal vez más importante sea el hecho de que este compuesto inició una nueva línea de ataque para el desarrollo de otros productos. Esta línea se basaba en que podrían prepararse sustancias determinadas para realizar acciones específicas. Desde 1935 comenzó el estudio exhaustivo de innumerables compuestos químicos, que dio como resultado la mayoría de los fármacos que existen hoy.

Los laboratorios de investigación de las industrias, junto con los de las universidades, son el eje sobre el que gira la industria farmacéutica moderna. Los beneficios científicos y comerciales que puede proporcionar el descubrimiento de una nueva droga son muy grandes. Por eso no es extraño que se gasten cuantiosas sumas de dinero en los trabajos de investigación farmacéutica, en todo el mundo.

El éxito del "Prontosil", en sí, fue efímero, porque inmediatamente después de introducirse lo sustituyeron por compuestos derivados, ya que se encontró que su acción contra algunos microorganismos, particularmente los *cocos*, causantes de las infecciones, se debía sólo a una parte de su estructura química.



Uno de los procesos finales en la fabricación de grageas es el de envolverlos con una cubierta de azúcar. Luego se pulen en otra máquina.



129

ASPIRINA. Conocida químicamente como el ácido acetilsalicílico, la aspirina es el analgésico-antipirético (sustancia que se utiliza para reducir la temperatura del cuerpo) más usado para combatir dolencias, tales como dolor de cabeza, resfriados, gripe, neuralgia y artritis. Se introdujo en 1899.
El ácido acetilsalicílico se hidroliza en el intestino, y la parte activa —el ácido salicílico— pasa a través de la pared intestinal al torrente sanguíneo, que lo trasporta a todo el cuerpo.

PENICILINA. Es un grupo de sustancias producidas por un hongo llamado "Penicillium". Descubierta por Alexander Fleming en 1928, fue el primer antibiótico que se usó de modo general contra infecciones bacterianas. Su gran éxito se debe a su poca toxicidad y a su eficacia contra una amplia gama de bacterias, que incluye las que producen la pulmonía, amigdalitis, fiebre reumática, difteria, tétanos y ántrax. La penicilina no es, desde el punto de vista químico, una sustancia, sino toda una serie de sales de ácidos orgánicos, derivados del ácido 6-aminopenicilánico. En el cuerpo, se excreta con rapidez por los riñones, por lo cual es necesario repetir la dosis cada 3 ó 4 horas, para mantener un nivel eficaz en sangre.

QUININA. Es un fármaco del grupo de los alcaloides, que se obtiene de la corteza del árbol de la quina, en América del Sur. Se usa para combatir la malaria.

ANTIHISTAMÍNICOS. Son un grupo de fármacos descubiertos recientemente, que se emplean para combatir las afecciones alérgicas, tales como la fiebre del heno. Ejemplos de estos productos son el "Benadryl", "Neoantergan" y "Antistina". El "Benadryl" produce un relajamiento de la musculatura lisa de los pulmones y se utiliza en el tratamiento del asma bronquial.

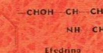
ESTREPTOMICINA. Es un antibiótico producido por ciertos hongos del género "Streptomyces". Ha sido especialmente eficaz en el tratamiento de la tuberculosis, en conjunción con la isoniacida y el PAS (ácido p-aminosalicílico); la penicilina no es eficaz contra los bacilos de la tuberculosis. Se utiliza también contra la meningitis, infecciones del tracto urinario, etc.

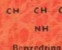
BARBITÚRICOS. Son un grupo de compuestos que reducen las actividades del sistema nervioso central. El ácido barbitúrico —el primero que se introdujo y se empleó— está formado por urea y ácido malónico. Desde que se introdujo, en 1903, se han desarrollado numerosos ureidos, intentando contrarrestar sus efectos secundarios perniciosos. Aunque tienen poca eficacia como analgésicos, son importantes para combatir el insomnio y los estados de ansiedad.

CODEÍNA. Es un alcaloide muy usado como analgésico. Se obtiene por metilación de la morfina, con la que está muy relacionada.

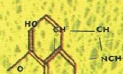
En el cuerpo, el "Prontosil" (la *sulfonamido-crisoidina*) se desdobla en dos componentes, un colorante inactivo y la p-aminobencenosulfonamida, que es la parte activa del fármaco y que se utilizó para sustituir al "Prontosil", popularizándose con el nombre de *sulfanilamida*. Desde entonces, se han sintetizado y ensayado muchos miles de derivados, con la esperanza de combatir con ellos un campo de infecciones bacterianas más amplio que el de la sustancia de partida. Los que tuvieron, tal vez, un mayor éxito son el sulfatiazol y la sulfadiacina. Los dos se obtuvieron añadiendo a la molécula básica de sulfonamida los grupos químicos tiazol y piridina, respectivamente.

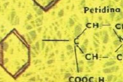
La benzedrina está muy relacionada químicamente con los fármacos naturales efedrina y adrenalina.





La petidina se obtuvo simplificando la estructura de la morfina.







Esta máquina llena automáticamente ampollas de inyectables a gran velocidad y en un ambiente de esterilidad muy elevada.

Este modo de preparar un fármaco es típico de uno de los métodos de investigación para encontrar un nuevo compuesto activo, que consiste en sustituir o añadir una serie de grupos químicos a la estructura básica de un fármaco determinado, con el propósito de mejorar y modificar sus propiedades terapéuticas.
También se preparan sustancias parecidas a las que produce nuestro organismo —como las que actúan sobre el sistema nervioso—, cambiando los grupos o cadenas laterales unidos a la parte principal de la molécula del compuesto natural. Un ejemplo de esto lo tenemos en la benzedrina, que está basada en la adrenalina.
Los grupos químicos constituyentes de la molécula del fármaco determinan, en gran parte, sus propiedades y, como consecuencia, puede modificarse el esqueleto o núcleo del compuesto químico natural manteniendo todos o la mayoría de los grupos químicos unidos al mismo, con lo cual se obtiene un medicamento mucho más sencillo y eficaz.
Así, basándose en la estructura de la cocaína, se lograron una serie de anestésicos locales (o analgésicos), como la procaína y la benzococaína. La procaína se utiliza en estomatología, como un bloqueador del nervio en extracciones y arreglos de dientes. Asimismo, la mepacaína se desarrolló como un remplazante de la quinina en el tratamiento de la malaria y, recientemente, fue sustituido por la paludrina. Otro ejemplo es la producción de la petidina para remplazar a la morfina como antidoloroso.
Tal vez, en ninguna otra industria los productos fabricados se anticúan tan rápidamente como en la farmacéutica. La celeridad con que se crean nuevos productos en los laboratorios de investigación es tal que, a veces, cuando se comienza la producción de un nuevo compuesto ya se ha descubierto y ensayado un sustitutivo. El "caso de la *Talidomida*" ilustra perfectamente uno de los principales problemas de la producción de fármacos: su *comprobación* como tal. El fármaco debe ser eficaz terapéuticamente y, además, no perjudicial para el organismo.
En realidad, de ningún compuesto se puede decir que haya sido completamente inocuo. Sólo ahora, cuando los métodos farmacológicos y clínicos mejoraron notoriamente, se han comprobado los efectos dañinos secundarios de productos tan familiares como la aspirina. Puede ser que la penicilina no se habría introducido hasta hace muy poco, si las exigencias sobre seguridad hubieran sido tan rigurosas como las que hoy rigen para las nuevas medicinas. Sin embargo, de haberse retrasado su introducción, cientos de miles de vidas, salvadas, se habrían perdido. El ensayo clínico se convirtió tan sólo en una parte de este severo control.
La "Talidomida" y sus desgraciados efectos secundarios subrayan los problemas de los fabricantes de productos farmacéuticos. Como tableta para dormir, era la menos perjudicial que jamás se había encontrado. Cualquier persona que intentara suicidarse con ella fracasaría, porque una dosis excesiva sólo le produciría un sueño profundo y prolongado. Sin embargo, en un pequeño porcentaje de casos, la "Talidomida" produjo en mujeres embarazadas un crecimiento anormal de los fetos, actuando así sólo durante un limitado período, en las primeras etapas del embarazo, por lo que fue retirada del mercado.
La "Talidomida" ha sido un caso desgraciado entre los miles de fármacos lanzados con éxito al mercado. Tal vez, su mayor importancia reside en que la publicidad que rodeó sus propiedades nocivas hizo que se establezcan controles mucho más rigurosos para los nuevos fármacos.

EL ESFERÓMETRO

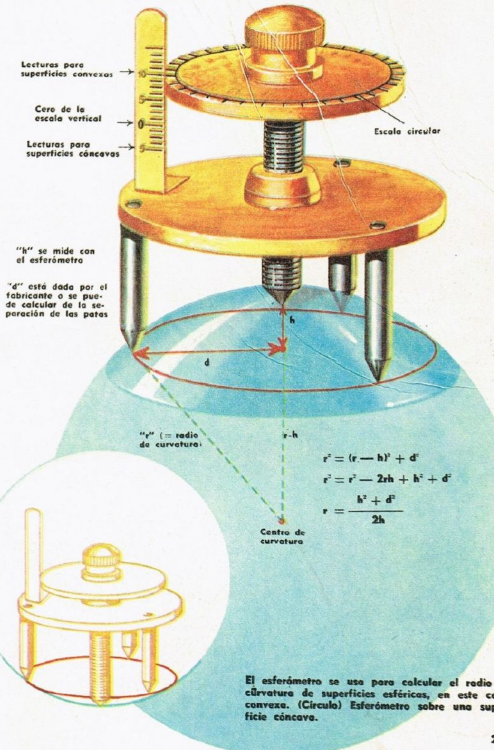
Anton van Leeuwenhoek (1632-1723), microscopista holandés que se especializó en el montaje y pulido de lentes, utilizó una lente pequeña casi esférica en su sencillo microscopio. Con ella pudo examinar la estructura de la piel y descubrir las bacterias. Una sola lente podía dar una ampliación bastante buena, porque era *pequeña* y *casi esférica*. Las propiedades de formación de imágenes de todas las lentes (y espejos) dependen de la *curvatura* de sus superficies, bien sean muy acusadas, como en las pequeñas esferas de Leeuwenhoek, o muy abiertas, como las que forman parte de esferas mucho mayores. Normalmente, las lentes y los espejos tienen superficies que son partes de esferas.

Lo más importante no es el radio de la lente o el espejo en sí, sino el *radio de la esfera* a que pertenece la superficie curvada de la lente. Este radio se llama *radio de curvatura* y puede medirse con un instrumento llamado *esferómetro*.

El esferómetro tiene tres "patas" rectas de la misma longitud, que están al mismo nivel y distribuidas de manera que sus puntos forman los vértices de un triángulo equilátero. Una cuarta pata, de longitud variable, paralela a las otras, tiene su punta en el centro del triángulo. El esferómetro se coloca sobre la superficie de la lente o del espejo. Como sus patas exteriores están separadas más de 2,5 centímetros y todas ellas deben tocar la superficie del esferómetro, no puede usarse para lentes o espejos muy pequeños. La pata central se ajusta de manera que las cuatro puntas tocan a la vez la superficie. Si ésta es *cóncava* (como el hueco de un cucharón), el pie central deberá ser más largo, para que descanse también sobre la superficie. Sobre una superficie *convexa* (redondeada como una esfera), la pata central ha de ser más corta. Esta pata es un tornillo que se desplaza arriba y abajo, y tiene un disco circular con una escala marcada en su borde exterior, fijo en la cabeza del tornillo. El disco se mueve, con el tornillo, arriba y abajo respecto a una escala vertical fija. Las dos escalas se usan para medir la diferencia de altura entre las patas fijas y la ajustable. La escala vertical da un valor poco preciso de la diferencia de altura, pero cada una de sus divisiones corresponde a una vuelta completa del tornillo. La escala circular está dividida en fracciones de vuelta del tornillo y da con exactitud la fracción adicional de vuelta (entre las marcas de la escala vertical).

La diferencia de altura está relacionada directamente con el radio de curvatura, que puede calcularse, a partir de la diferencia de altura, mediante una fórmula sencilla. Una curvatura casi plana da una pequeña diferencia de nivel y un gran radio de curvatura. Una lente delgada es una parte pequeña de una esfera grande. Una superficie más curvada da una diferencia de altura mayor y un radio de curvatura más pequeño.

Antes de usar el esferómetro es conveniente comprobar su cero, para conseguir una gran precisión. Una superficie plana da una diferencia de altura cero; el esferómetro se suministra con una pieza de vidrio plana, con la cual se puede calibrar el instrumento. El cero de la escala vertical no está en ninguno de los extremos, sino cerca del centro, para que se puedan medir con el esferómetro diferencias de altura positivas o negativas, correspondientes a superficies convexas o cóncavas.



El esferómetro se usa para calcular el radio de curvatura de superficies esféricas, en este caso, convexa. (Círculo) Esferómetro sobre una superficie cóncava.

ANTENAS DE TELEVISIÓN

(Detalle) Hay un conductor para cada mitad del dipolo

Las ondas más largas que se utilizan en las emisiones de televisión son de 6,30 metros. La antena dipolo de semi-onda (onda media), para recibir estas ondas, tiene una longitud de 3,15 metros. El dipolo, en sí, es omnidireccional, porque recibe señales en todas direcciones. Se utiliza sólo si la señal es fuerte y hay pocas posibilidades de que haya ecos o interferencias.

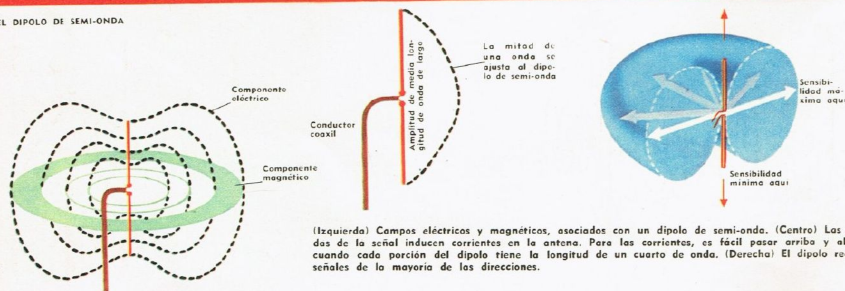
Las emisiones de radio y televisión se hacen en forma de ondas electromagnéticas, que son similares a las luminosas pero de longitudes mucho más largas. Estas ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de la luz y oscilan decenas de cientos de millones de veces por segundo. Con todo, no es difícil comprobar su longitud. La antena de televisión nos sirve para ello, porque la longitud de sus partes está relacionada con la longitud de onda en que emite la televisión.

Hay una gran variedad de formas y tamaños de antenas, pero, en casi todas, la parte principal es una varilla metálica partida por el centro y de una longitud igual a la mitad de la longitud de onda que ha de recibir. Esto se llama *dipolo de semi-onda* (onda media). El cable especial que llega al receptor tiene dos conductores, cada uno unido a una mitad de la varilla o dipolo. Continuamente, pasan por la antena ondas electromagnéticas de longitudes de onda de todo tipo y que, al moverse a la velocidad de la luz, inducen pequeñas corrientes alternas en la misma.

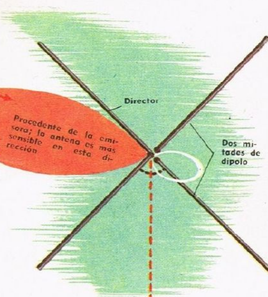
Cuando la longitud de la antena dipolo es alrededor de la mitad de la longitud de onda, estas corrientes se refuerzan entre sí en todos los puntos de la antena. En la mayoría de las antenas, esto ocurre no sólo para una longitud de onda única, sino para una *banda* de longitudes de onda, cuya anchura depende del diámetro de la sección de las varillas que constituyen el dipolo.

La cantidad máxima de "espacio" de radioonda que toma una emisión es una banda de frecuencias de ocho millones de ciclos por segundo (8 megaciclos por segundo) de ancho. La *anchura de banda* de la antena debe ser de este orden.

EL DIPOLO DE SEMI-ONDA



(Izquierda) Campos eléctricos y magnéticos, asociados con un dipolo de semi-onda. (Centro) Las ondas de la señal inducen corrientes en la antena. Para las corrientes, es fácil pasar arriba y abajo cuando cada porción del dipolo tiene la longitud de un cuarto de onda. (Derecha) El dipolo recibe señales de la mayoría de las direcciones.



La antena en "X" es una variante del dispositivo de Yagi, con un dipolo y un elemento parásito —en este caso, un director— doblados. Esta antena es más sensible a las señales que le llegan inclinadas desde arriba.

Las longitudes de onda más largas que se usan en televisión son de unos 6,30 metros. Lo normal es hablar de *frecuencias*, en vez de longitudes de onda; así, pues, la frecuencia de estas ondas más largas es de 45 megaciclos por segundo. El dipolo de la antena, para recibir esta señal, es de unos 3,15 metros. Las antenas más largas o más cortas pueden recoger la señal si están cerca de la emisora y si la señal es fuerte. Sin embargo, el dipolo de semi-onda tiene varias ventajas. Es una antena eficaz, de construcción económica y, además, puede utilizarse como la base de antenas mucho más eficaces.

Si dos estaciones próximas trasmiten al mismo tiempo a 45 millones de ciclos por segundo, las antenas cercanas recogen las dos emisiones y no pueden separarlas, con lo que las dos señales se interfieren. Por esto, las estaciones próximas deben emitir a distintas frecuencias. Para recibir estas frecuencias, las antenas dipolo deben tener longitudes distintas, para conseguir una buena recepción, aunque una antena con una *anchura de banda* grande puede recibir varios programas si su diferencia de frecuencias no es grande.

Las antenas para el primer conjunto de canales de televisión *(banda I)* tienen entre 3,15 y 2,10 metros de largo. Las antenas para el grupo de canales siguientes *(banda III)* son tres o cuatro veces más cortas. En la actualidad, se tiende a utilizar frecuencias cada vez más grandes; con ello, los dipolos cada vez son más cortos. Las antenas para *frecuencia ultra alta (U. H. F., Ultra High Frequency)* sólo tienen de 15 a 30 cm. de largo.

REFLECTORES Y DIRECTORES

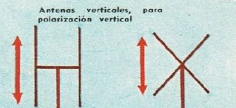
El dipolo de semi-onda sólo es eficaz cuando la señal resulta fuerte y no hay peligro de reflexiones procedentes de edificios o montañas próximas. Las señales de frecuencia ultra alta se distorsionan mucho por efecto de obstáculos próximos y, por eso, casi nunca se usa un solo dipolo para recibir los programas de U. H. F.

La mayoría de las antenas tienen elementos adicionales o barras, además del dipolo. Éstos se llaman *elementos parásitos*, porque no están en contacto directo con el dipolo, aunque en ellos se inducen también corrientes alternas. Con esto, alrededor de cada uno de estos elementos se originan campos eléctricos y magnéticos, pasando energía a través de los campos al dipolo, con lo cual se aumenta la señal de la antena. Además, la antena también se hace direccional.

Detrás del dipolo hay un elemento parásito, llamado *reflector*, que es un poco más largo que el dipolo. Cuando los dos están fijados en su posición, la antena toma la figura familiar de una "H". El reflector evita las ondas que viajan hacia la antena desde los lados de la "H", y hace que aquélla responda mejor a las que le llegan de frente que a las que le llegan de atrás. También mejora la sensibilidad o *ganancia* de la antena en la dirección hacia delante.

Los elementos parásitos *delante* del dipolo se llaman *directores*, y son más pequeños que el dipolo. Aumentan la ganancia frontal y hacen que la antena sea todavía más direccional. Una antena con directores debe alinearse con cuidado en la dirección de llegada de las ondas de la emisora.

Las antenas en "X" constan de un dipolo y un director o reflector unido a la barra so-



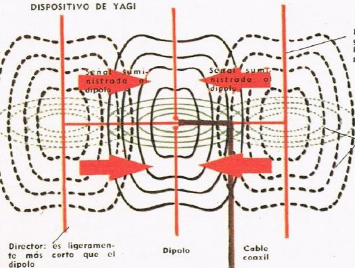
POLARIZACIÓN

Las ondas electromagnéticas son variaciones en campos eléctricos y magnéticos, y viajan a la velocidad de la luz. En general, se puede decir que las ondas tienen un componente "arriba y abajo" y otro "de lado a lado". Las antenas verticales sólo emiten el componente arriba y abajo; en este caso, se dice que la onda está "polarizada verticalmente". Para recibir estas ondas hace falta una antena de dipolo vertical.

Si los elementos trasmisores son horizontales, las ondas que emiten constan sólo de la componente de lado a lado; ahora se dice que están "polarizadas horizontalmente". Para recoger estas señales hace falta una antena horizontal. Casi todas las emisiones en U.H.F. utilizan la polarización horizontal.

Una antena vertical no recoge una señal polarizada horizontalmente, y viceversa. Por eso, un método para evitar interferencias entre estaciones emisoras próximas consiste en hacer que una emita señales polarizadas verticalmente, y la otra, horizontalmente. En estas condiciones, es menos probable que haya interferencias entre las dos emisiones.



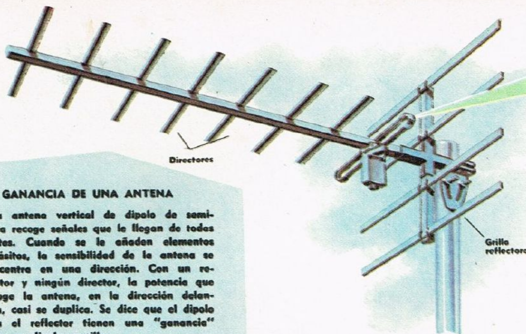


Procedente de la emisora

El dispositivo de Yagi es más sensible en esta dirección

Sólo puede recoger una pequeña parte de señal, procedente de atrás

Los elementos parásitos —reflectores detrás, y directores delante del dipolo— suministran más energía de señal al dipolo. La antena se hace más direccional y puede captar una señal más débil, procedente de la emisora.



Este es un dipolo doblado. Cuando se utilizan varios elementos parásitos es necesario doblar el dipolo para equilibrar eléctricamente el sistema. Los directores tienden a disminuir la impedancia eléctrica de la antena, y un dipolo doblado la aumente.

Una antena de U.H.F. típica. L.s directores son más cortos que el dipolo, y el reflector, de dos partes, es más largo.

LA GANANCIA DE UNA ANTENA

Una antena vertical de dipolo de semi-onda recoge señales que le llegan de todas partes. Cuando se le añaden elementos parásitos, la sensibilidad de la antena se concentra en una dirección. Con un reflector y ningún director, la potencia que recoge la antena, en la dirección delantera, casi se duplica. Se dice que el dipolo más el reflector tienen una "ganancia" sobre un dipolo sencillo.
En la dirección frontal de la antena, la ganancia aumenta al añadirle directores. Sin embargo, el aumento por director es menos importante a medida que se usan más elementos, hasta que ya no vale la pena añadir más.
Si la antena no está bien diseñada, la ganancia puede aumentar en direcciones perjudiciales.

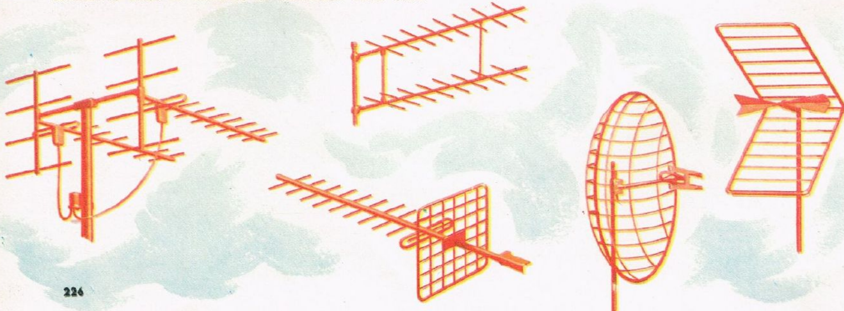
porte en sus puntos medios. Casi todas las estaciones emisoras se sitúan a unos 300 metros sobre el nivel del mar, con lo cual la señal principal, en las zonas rurales, alejadas de la emisora (el *espacio de la onda*), cae hacia la antena emisora. Una antena en "X", con la mitad inferior del dipolo unida a los directores, es sensible a las ondas que le llegan desde arriba, pero no desde abajo así recoge las ondas radiadas y no las señales indeseables que vienen del suelo, como por ejemplo, las interferencias que provocan el encendido de los automóviles y lo motores eléctricos.

ANTENAS DE U.H.F.

Las señales en frecuencia ultra alta tienen intervalos más cortos que las señales en frecuencia muy alta de las bandas I y III. Cuanto más corta es la onda, más probable resulta que sea absorbida o atenuada; por eso, las antenas de U.H.F. necesitan más elementos parásitos que las antenas de V. H. F. Cada elemento director que se añade mejora la eficiencia por delante de la antena y la hace más direccional. Esto ayuda a eliminar las imágenes "fantasmas", debidas a las reflexiones en edificios o montañas inmediatas.
Cuanto más alejada está la antena de la emisora, más elementos necesita para dar una buena imagen. Una antena de U.H.F. típica de *zona alejada* tiene dieciocho elementos. Uno de ellos consiste en una grilla reflectora, que se monta detrás del dipolo, y los otros dieciséis son directores, montados delante del dipolo. El tipo de reflector varía según los diseñadores. Algunos tienen barras montadas en forma de grilla; otros, una chapa con ranuras o una tela metálica. Si se utilizan muchos elementos, la antena se hace voluminosa y pesada. Los directores también afectan las propiedades eléctricas de la antena, y puede ocurrir que una ganancia mayor en la dirección frontal quede contrarrestada por otros factores. Si se utilizan dos sistemas de antena paralelos, aumentan la ganancia, la direccionalidad y la anchura de banda.

Las señales de U.H.F. se reflejan y absorben con más facilidad que las ordinarias en V.H.F., y se comportan de modo semejante a las ondas luminosas. Por eso, su alcance no es tan grande. Esta es la razón por la que se necesitan antenas más complejas, para que su recepción sea buena. Sin embargo, como los elementos de la antena son más pequeños, esta desventaja se compensa, porque es más fácil hacer sistemas reducidos de antena, que son muy eficaces. Asimismo, como las longitudes de onda son más cortas, para una potencia de emisión dada, la señal emitida será más fuerte. Por otra parte, en la emisora también es más fácil disponer antenas emisoras reducidas y eficaces.
En muchos países, todas las frecuencias bajas están cubiertas y es necesario utilizar bandas de U.H.F. para los nuevos programas. Cada programa de televisión ocupa una banda de frecuencias de cuatro a ocho millones de ciclos (4-8 megaciclos) por segundo. Un solo canal de televisión ocupa una banda de frecuencias mayor que todas las emisoras de radio de onda media y larga juntas.
Cuando la frecuencia de emisión es de varios cientos de megaciclos (frecuencias U.H.F.), hay disponibles muchos más canales de ocho millones de ciclos por segundo.

DIFERENTES TIPOS DE ANTENAS DE TELEVISIÓN PARA U.H.F.





En la línea de los números, las cifras hacia la izquierda representan números negativos

En la línea de los números, los números enteros se ordenan de manera que los enteros positivos estén a la derecha, y los enteros negativos, a la izquierda.

Las cifras hacia la derecha representan los números positivos

LA LÍNEA DE LOS NÚMEROS

1. 2, 3, 4, 5, etc. son los llamados *números naturales*, pero hay muchas más clases de números. Cuando se restan números naturales pueden resultar cantidades negativas. Sin embargo, no existen números naturales negativos. Para comprender exactamente lo que implica la sustracción es mejor manejar otro sistema de números: el de los *enteros*. Los números se pueden representar a lo largo de una línea —la *línea de los números*— separando los números sucesivos por una longitud constante, equivalente a la unidad. El cero está representado en el centro de la línea, y se toma como *origen*. Todos los números que se marcan a la derecha del cero se pueden escribir como D_1, D_2, D_3, etc. Los números a la izquierda se escriben I_1, I_2, I_3, etc. Sumar tres unidades quiere decir avanzar desde 0 tres unidades en la dirección D (que es la dirección positiva), hasta llegar a D_3. Es como subir en un ascensor desde la planta baja al tercer piso. Después de esto, se da la instrucción al ascensor de bajar dos pisos. Esta instrucción, en la línea de los números, será I_2, que equivale a retroceder dos unidades hacia la izquierda, con lo cual se llega a D_1. Otra instrucción I_1 significa volver al origen. Si esta última etapa se escribe matemáticamente, se tiene:

$$D_1 + I_1 = 0$$

D_1 es lo que normalmente se escribe como $+1$, e I_1 equivale a -1.
En muchos libros no se distinguen los números naturales de los números enteros. Sin embargo, hay una diferencia entre ellos y, aunque pueden intercambiarse, lo mejor es aplicar la notación D e I hasta que la sustracción se haya comprendido perfectamente.
En álgebra, una de las primeras dificultades es comprender que "menos menos equivale a más". En la línea de los números es fácil darse cuenta.
En símbolos matemáticos, el problema es, por ejemplo:

$$D_3 \text{ menos } I_2$$

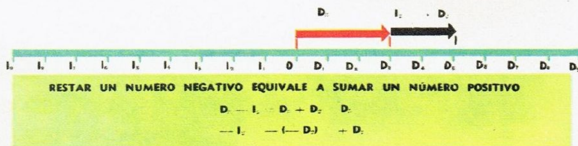
I_2 se ve que es equivalente a (menos D_2), o bien que (menos I_2) equivale a D_2. Así, pues, el problema equivale a:

$$D_3 \text{ menos (menos } D_2)$$

o, finalmente, a:

$$D_3 \text{ más } D_2$$

En otras palabras, la sustracción implica un cambio de sentido en la línea de los números y, si se sustrae un número negativo, éste queda señalando hacia la derecha, o sea, en la dirección positiva.
Esta regla de aritmética es válida para todos los números enteros. Así, pues, cuando un número entero negativo está restando, el proceso se convierte, automáticamente, en una suma.



D

SUMA DE UN NUMERO NEGATIVO

$$D_3 + I_2 = D_1$$

Puesto que $I_2 = -D_2$,
esto equivale a
$D_3 - D_2 = D_1$.

D_1

VUELTA AL CERO EN LA LINEA DE LOS NÚMEROS

$$D_1 + I_1 = 0$$

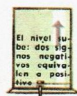
Puesto que $I_1 = -D_1$,
esto equivale a
$D_1 - D_1 = 0$.

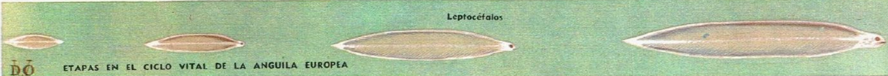
MENOS MENOS EQUIVALE A MÁS

El depósito se está vaciando lentamente, y se capta el proceso con una cámara cinematográfica. Vaciar el depósito equivale a restar, y llenarlo, a sumar. La película se puede proyectar luego hacia adelante (positivo) o hacia atrás (negativo). Cuando se proyecta hacia atrás (negativo), el tanque que se vaciaba (negativo) parece que se está llenando (positivo). Restar una cantidad negativa equivale a sumar.









LA INCREÍBLE ANGUILA

En 1856, el Dr. Kamp, naturalista, atrapó un pez de agua salada, bastante raro. Era como una delicada y trasparente hoja de laurel, y no se parecía a ninguno de los peces conocidos. El Dr. Kamp lo llamó *Leptocephalus brevirostris* (*leptocéfalos*). Casi cuarenta años después, en 1895, dos naturalistas italianos, Grossi y Calandruccio, decidieron investigar sobre la nueva especie descubierta por el Dr. Kamp.

Se atraparon varios leptocéfalos en el mar Mediterráneo, cerca de Mesina, colocándoselos en un acuario. Tomaban el alimento que se les daba pero, en vez de crecer, se hacían más pequeños. Los peces iban perdiendo su trasparencia como de hoja y se convertían en individuos más delgados y opacos, hasta que resultó evidente que los leptocéfalos del Dr. Kamp se habían trasformado en anguilas.

El *Leptocephalus* no era una especie distinta, sino solamente el estado larvario de la *anguila* (*Anguilla sp*). Grossi y Calandruccio pensaron que, al llegar a la madurez, las anguilas volvían al mar para depositar sus huevos en el fondo y, puesto que nunca se había logrado atrapar adultos de regreso a los ríos, llegaron a la conclusión de que la anguila adulta moría en el mar. Las jóvenes anguilas permanecían en el fondo hasta que estaban casi a punto de pasar a la etapa angula. En forma de angulas, nadaban contra la corriente en los ríos. Grossi y Calandruccio explicaban la escasez de leptocéfalos afirmando que las redes atrapaban muy pocos porque éstos permanecían en el fondo del mar. En los estrechos de Mesina se podían pescar porque allí las corrientes del mar llevaban a los peces de aguas profundas cerca de la superficie.

Sin embargo, el misterio de la vida de las anguilas no estaba lejos de ser resuelto. El trabajo de Grossi y Calandruccio había acabado de una vez con todos los mitos acerca de su origen, que se atribuía a extraños materiales, como "pelos de cola de caballo" o "hierbas". Existían alevines de anguilas, y era probable que éstas hicieran, simplemente, lo contrario de otros peces —como el salmón y el esturión—, es decir, que volvieran al mar para desovar, pasando su vida como adultos en arroyos y ríos.

En 1904, un biólogo danés, el Dr. Johannes Schmidt, se encontraba a bordo del "Thor", barco del Ministerio Real de Pesca, pescando entre Islandia y las islas Feroe, cuando un leptocéfalo fue atrapado con una red de superficie. Su longitud, de unos 7,5 centímetros, era comparable a la de los individuos pescados por Grossi y Calandruccio en Mesina. Unos meses después, frente a la costa irlandesa, se atrapó otro leptocéfalo en la superficie. Entonces, no era cierto que todos los leptocéfalos estuvieran confinados en las aguas profundas. Como resultado de sus hallazgos, el doctor Schmidt fue encargado de investigar el misterioso ciclo de la vida de la anguila. Comprobó que la línea de los 900 metros de profundidad, que marca en las cartas de navegación el borde del zócalo continental, coincidía aproximadamente con las zonas en las que habían sido atrapados los leptocéfalos de 7,5 centímetros.

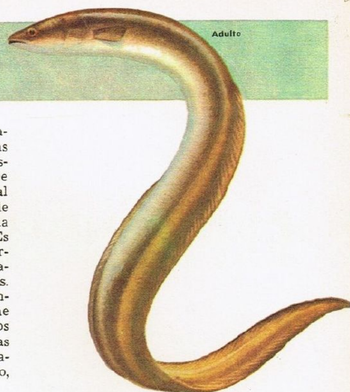
Al volver a su país, el Dr. Schmidt recibió un informe del barco noruego "Michael Sars" en el que se afirmaba que habían atrapado un leptocéfalo más pequeño en el Atlántico, más hacia el Oeste. Schmidt consiguió la colaboración de tantos barcos pesqueros como le fue posible, convenciendo a sus patrones para que pescaran leptocéfalos con redes especiales en puntos más hacia el Oeste, en pleno océano. Aunque sólo se atraparon ciento veinte leptocéfalos pequeños, representando la posición de su captura en un mapa se obtuvo un gráfico muy interesante. Éste demostraba que los leptocéfalos viajaban por caminos de migración perfectamente definidos y no aparecían al azar sobre el Atlántico Norte.

En 1913, el Dr. Schmidt emprendió una expedición oceanográfica a bordo de la goleta "Margarete". Con la información obtenida en este viaje y los datos anteriores, llegó a la conclusión de que los leptocéfalos eran de tamaño más pequeño a medida que se alejaban hacia el Oeste. Sus rutas de migración estaban circunscritas a las aguas de la corriente del Golfo, y los lugares de desove se hallaban en las profundidades del Mar de los Sargazos, una zona en la que abundan las algas flotantes, al sur de las Bermudas. Por lo menos, esta era la zona en la que se encontraron las larvas más pequeñas, de sólo 7 milímetros.

Al mismo tiempo que Schmidt realizaba su trabajo, los estudios de naturalistas americanos habían demostrado que las anguilas americanas (que son muy parecidas a las europeas) también abandonan los ríos de las costas del Atlántico para ir a desovar. Los alevines son superficialmente idénticos y sólo se pueden diferenciar por el número de segmentos del cuerpo de cada uno. La mayoría de las larvas de la anguila americana tienen entre 106 y 109 segmentos, y la de la anguila europea, entre 113 y 117. En el fondo de desove de los Sargazos habría dos zonas: de una surgió la especie americana; de otra, la europea. Aparte de esto, parecía claro el ciclo de vida de la anguila europea. Los adultos abandonan los ríos europeos en el otoño y viajan hacia el Oeste unos 5.500 kilómetros, llegando, probablemente, hacia finales de año, puesto que a princi-

La anguila posee muchas características de los peces primitivos y, probablemente, se separó muy pronto del grupo principal de los peces óseos: los "teleósteos" (que incluye el salmón, el bacalao, etc.). La forma alargada del cuerpo puede asociarse perfectamente con el extraño hábito de viajar por la tierra. La piel es húmeda y algunas formas tienen escamas, aunque éstas son siempre pequeñas. Normalmente, las aletas pélvicas no aparecen, y la dorsal, la caudal y la anal están unidas para formar una aleta continua en derredor del cuerpo. Las aberturas de las agallas son, en general, pequeñas. Casi todas las anguilas son marinas (por ejemplo, el congrio).

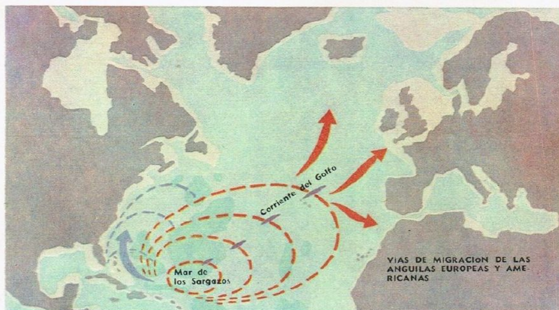




pios del siguiente ya se encuentran las primeras larvas. Éstas se atraparon a unos 300 metros de profundidad, donde posiblemente tiene lugar el desove. Estas larvas de 300 metros de profundidad miden unos 7 milímetros. Su longitud se cuadruplica en el primer verano, para cuya época ya han recorrido 1.800 kilómetros, arrastradas por la corriente del Golfo. Ésta las arrastra durante dos años más, y llegan a tener 7,5 centímetros de longitud antes de convertirse en angulas, que suben por los ríos de Europa.

La angula americana hace un viaje mucho más corto: sólo un tercio de su pariente europea. Crece más rápidamente que ésta y alcanza 7,5 centímetros en un año.

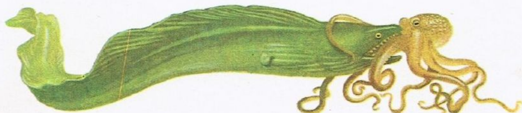
Aunque parezca que la historia de la anguila está aclarada de una vez para siempre, todavía hay cierto grado de controversia, porque varios hechos referentes a ella no están explicados. Nunca se atraparon anguilas adultas en el Mar de los Sargazos. De hecho, no se las pescó más allá de las Azores. Los individuos atrapados cerca de las costas europeas del Atlántico tenían muy pocas reservas en forma de grasa. Es poco probable, pues, que una anguila adulta europea pueda nadar casi 6.000 kilómemetros contra la corriente del Golfo hasta el Mar de los Sargazos, a menos que se traslade a profundidades mayores, donde se atenúan los efectos de las corrientes. Después de todo, un salmón adulto, en condiciones parecidas, hace un viaje de sólo unos cientos de kilómetros (ciertamente, no de miles), y muchos no consiguen llegar a los lechos de grava en los que desovarán. Si las anguilas europeas viajan hasta el Mar de los Sargazos, su sentido de la navegación debe ser increíble y maravilloso, para lo que no se conoce en ellas ninguna estructura anatómica. Posiblemente, como puede ser que ocurra con el salmón, el sentido del gusto juegue un papel en cuanto a "identificar" la calidad del agua. Si las larvas, como parece probable, son distribuidas al azar por la corriente del Golfo que llega a las costas europeas occidentales, es casi imposible que las larvas de anguilas españolas vuelvan a los ríos de España, y las de anguilas escocesas a los ríos de Escocia. Todavía más improbable parece que las anguilas jóvenes, distribuidas al azar, vayan a encontrar su camino de regreso, en diferentes direcciones, a la zona de desove de donde proceden. Es posible que sólo las anguilas de una parte de Europa consigan encontrar su camino de regreso al Mar de los Sargazos. Un biólogo ha sugerido que el contingente de anguilas europeas se mantiene por los millones de larvas de los huevos de la especie americana. Las recogidas por la corriente del Golfo son arrastradas hacia el Este, a través del Atlántico,

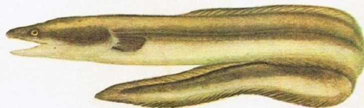


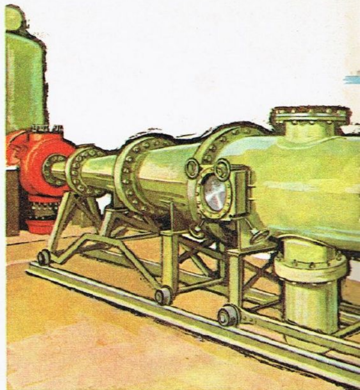
y distribuidas por ella en toda la costa occidental de Europa. Las que nadan hacia el Norte alcanzan las costas atlánticas de Norteamérica. Esto, ciertamente, es una posibilidad, porque durante mucho tiempo se dudó de que las formas americana y europea sean, de hecho, especies distintas. Las anguilas hembras parece que tardan, por lo menos, ocho años en llegar a la madurez sexual, y los machos, por los menos cinco, cuando alcanzan un tamaño entre 90 y 150 centímetros. Unos pocos individuos no maduran nunca sexualmente; tienen una vida más larga, hasta de veinte años o más, y sus tamaños son mayores. Respecto a los que llegan a la madurez sexual, se cree que sólo desovan una vez y mueren.

Al sur del ecuador no existen anguilas; se trata sólo de un pez serpiforme de agua dulce (*Synbranchus marmoratus*), que pertenece a una familia muy diferente (*Synbranchidos*).

Las anguilas europeas son peces óseos pertenecientes al orden de los ápodos, compuesto por veintidós familias. Aquí se muestran dos parientes marinos: izquierda, una "morena" mientras se come un pulpo; derecha, un congrio. La morena es un gigante entre las anguilas, pues llega a medir tres metros.





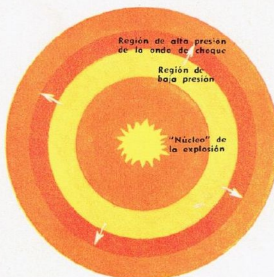


EXPLOSIONES

La ciencia de los explosivos progresó mucho desde los días del primitivo cañón. Entonces, las rudimentarias balas de cañón se lanzaban al enemigo proyectadas por la explosión de la pólvora, que se encendía mediante chispa o mecha. En el siglo XX, como consecuencia del trabajo en equipo de muchos de los más grandes científicos, se desarrollaron los explosivos nucleares, capaces de demoler una montaña, desviar un río, devastar una isla o toda una ciudad en una fracción de segundo.
En un explosivo nuclear, la enorme cantidad de energía encerrada en el núcleo de los átomos se libera instantáneamente. Pero, ¿qué ocurre cuando se hace detonar un explosivo químico corriente? En principio, la explosión no es muy diferente de la combustión ordinaria de un fósforo, por ejemplo. En un explosivo existe almacenada una energía química que se libera instantáneamente, convirtiéndose en una considerable cantidad de calor y energía mecánica.
La diferencia entre combustión y explosión depende de la velocidad de reacción, del modo en que están encerrados los compuestos químicos y de la forma en que la reacción se extiende al resto del compuesto. En una explosión, la liberación rápida de grandes cantidades de gas, en un espacio cerrado, genera poderosas ondas de choque, que son las responsables de las conocidas propiedades de los explosivos.

ONDAS DE CHOQUE

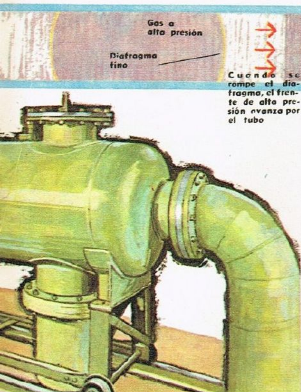
Cuando tiene lugar una explosión, se extiende hacia fuera una onda de choque, que es una zona de presión muy alta. Las ondas de choque se mueven a una velocidad, por lo menos, igual a la del sonido, y, cuanto mayor es la presión en la onda, mayor es la velocidad.
En el aire, la energía de la explosión se consume no sólo en el movimiento atmosférico (viento), producido por las diferencias de presión entre la onda de choque y sus regiones circunvecinas, sino también en forma de calor, generado por el gas que se desplaza.
El frente de la onda de choque se extiende en tres dimensiones desde el "núcleo" de la explosión; así, el área de la superficie del frente aumenta, con lo cual su alcance abarca una gran zona. Los efectos de la onda, presión y temperatura, disminuyen a medida que aquélla se extiende sobre una zona mayor. Detrás de la onda de choque de alta presión hay una región de baja presión. El aire penetra en este "vientre", produciendo un efecto de viento contrario. Así, a medida que el frente se mueve hacia fuera, se nota, primero, un "empujón", debido a la presión alta, al que sigue una "succión", consecuencia de la baja presión. Esta última explica por qué las ventanas, con mucha frecuencia, son succionadas *hacia fuera* por efectos de una explosión en la vecindad. Cuando las explosiones tienen lugar bajo el agua, se forman ondas de choque semejantes.
El efecto de una explosión no depende sólo de la cantidad de explosivo que se usa, aunque esto sea de gran importancia. El grado de confinamiento de la explosión es también fundamental. Si hay una filtración lenta de gas combustible en un espacio abierto, la explosión del mismo puede producir una gran llamarada y un empuje hacia arriba; pero, si el gas está encerrado, como ocurre con el grisú (metano) en una mina de carbón, puede producirse una explosión desastrosa. Del mismo modo, el vapor del combustible de la mecha de un encendedor arde permanentemente cuando lo inflama la chis-



Después de la explosión, desde el "núcleo" se extiende una onda de choque que avanza a una velocidad superior a la del sonido. La región de alta presión es seguida inmediatamente por una región de "succión", de baja presión.

EXPLOSIVOS NUCLEARES

En los explosivos ordinarios se libera energía por la ignición rápida del combustible químico. Esta energía química proviene del reajuste de los átomos procedentes de los compuestos iniciales, para formar otros distintos.
En las explosiones nucleares, son los núcleos atómicos los que se alteran. En el proceso de "fisión", un núcleo grande (como uranio-235) absorbe un neutrón, convirtiéndose en inestable y dividiéndose luego en dos o más núcleos pequeños. En el proceso de "fusión", varios núcleos atómicos ligeros se unen para formar núcleos más pesados. En los dos procesos se pierde masa, que se convierte en elevadas cantidades de energía.



En el laboratorio, las ondas de choque se pueden estudiar en tubos de choque. La onda de choque se crea liberando una masa de gas a alta presión en la sección motriz del tubo, al romper un diafragma de retención (detalle). La onda avanza por el tubo; este avance se determina y estudia por medio de instrumentos ópticos interferométricos.

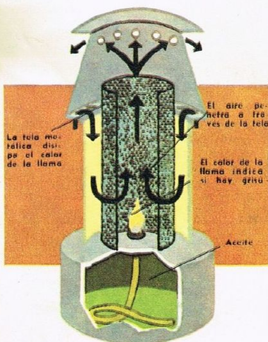
pa de la piedra. Sin embargo, cuando la mezcla aire-combustible se enciende, por la acción de la chispa, en el cilindro de un motor, explota. La diferencia estriba en que, en este caso, el combustible está utilizándose encerrado en el espacio del cilindro, y en el encendedor estaba libre.

La diferencia principal entre combustión y explosión depende de la velocidad y de la forma en que se desplaza el "frente" de combustión en los gases. En la combustión ordinaria, el frente de la llama avanza lentamente, a medida que el efecto de calefacción se mueve por el gas. El calor pasa, por conducción térmica, de una capa de gas a la vecina. El desplazamiento del frente de la llama se puede ver y medir fácilmente, siendo normales velocidades de propagación de llamas del orden de 50 centímetros por segundo.

En un espacio más cerrado, la combustión que produce la formación del gas va constituyendo una alta presión de gas detrás del frente de llama. Esta presión empuja el frente hacia delante, a gran velocidad, y los movimientos turbulentos dentro del gas lo calientan más aún. Con todo esto, se produce mayor aceleración del frente de llama, alcanzándose una gran velocidad de propagación, que es 3.000 veces mayor que en la llama ordinaria abierta.

Aunque no se conoce exactamente el mecanismo físico que controla una explosión, resulta evidente que la formación de altas presiones en los espacios cerrados es una parte esencial del mismo.

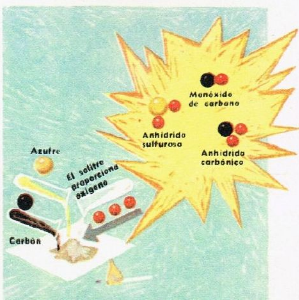
En las minas, pueden ocurrir explosiones producidas por la acumulación de gas grisú (metano) altamente concentrado. Se puede detectar por medio de la lámpara de seguridad, que inventó, en su forma original, Humphry Davy. Aquí se muestra una moderna versión de dicha lámpara.



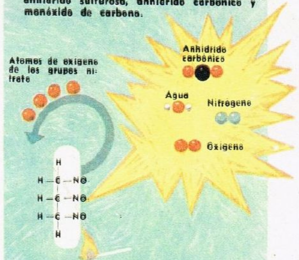
QUÍMICA DE LOS EXPLOSIVOS

Un explosivo es, en esencia, un combustible de ignición muy rápida. En la explosión se consume oxígeno con gran rapidez, y el combustible, que puede ser un compuesto químico complicado o una mezcla, se convierte en una mezcla de gases sencillos, como monóxido de carbono (CO), anhídrido carbónico (CO_2), vapor de agua (H_2O) o nitrógeno (N_2). Como por cada molécula grande de explosivo se forma un gran número de moléculas pequeñas, hay un rápido aumento de volumen de gas. Además, la reacción es altamente *exotérmica* y se liberan grandes cantidades de calor.

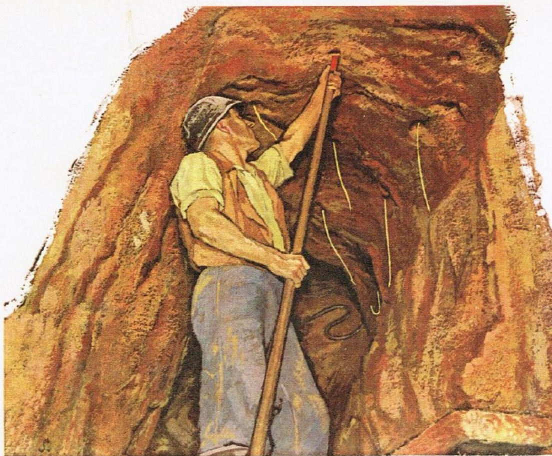
La intensidad de la explosión no sólo depende de la calidad del combustible, sino de la cantidad de oxígeno disponible. El oxígeno atmosférico común no es suficiente para alimentar una explosión, aunque sí para mantener una llama ordinaria. Por este motivo, los explosivos químicos siempre contienen un compuesto rico en oxígeno: un oxidante. En la pólvora ordinaria, el combustible es una mezcla de azufre y carbón, y el oxígeno lo proporciona el salitre (nitrato potásico NO_3K).



En la pólvora ordinaria, el "combustible" es una mezcla de polvo de azufre y carbón. Éste se quema en oxígeno, suministrado principalmente por el salitre (nitrato potásico). La explosión resultante se debe a la liberación de grandes cantidades de anhídrido sulfuroso, anhídrido carbónico y monóxido de carbono.



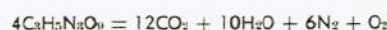
Cuando arde un explosivo puro, como la nitroglicerina, el oxígeno es suministrado por grupos constituyentes de la misma molécula. Los grupos que contienen carbono e hidrógeno son el combustible, y los grupos nitrato, el oxidante. En la explosión se forma una mezcla de gases: anhídrido carbónico y monóxido de carbono, nitrógeno, oxígeno y vapor de agua.



Preparativos para una operación de dinamitado en una mina. Los agujeros se cargan con cartuchos de dinamita, que se hacen detonar por control a distancia.

En las explosiones más recientes se utiliza, como oxidante, el nitrato de amonio (NO_3NH_4). Éste puede intervenir en la composición de una gran cantidad de combustibles que contienen carbono, como, por ejemplo, los productos de desecho de las fábricas de industrialización de cereales. En algunos tipos de dinamita, el nitrato de amonio se hace mucho más eficaz por adición de uno de los *explosivos puros*.

En los explosivos puros, el combustible y el oxígeno están dentro de la misma molécula. Compuestos como la nitroglicerina y el trinitrotolueno (TNT) contienen grupos nitrato (NO_2), que pueden suministrar el oxígeno necesario para la combustión del resto de la molécula. El carbono y el hidrógeno de las moléculas se oxidan, para formar un gran número de pequeñas moléculas de gas, como monóxido de carbono, vapor de agua, nitrógeno, etc. La explosión de la nitroglicerina se puede representar por la ecuación:



$$4C_3H_5N_3O_9 = 12CO_2 + 10H_2O + 6N_2 + O_2$$

Se puede ver que, por cada cuatro moléculas iniciales de explosivo, se forman 29 moléculas de gas, por lo cual hay un enorme aumento en el volumen producido por la detonación de nitroglicerina. Ésta es un explosivo muy sensible a los choques, y sólo pudo utilizarse con seguridad cuando Alfred Nobel descubrió que perdía su sensibilidad cuando era absorbida en ciertos tipos de arcillas *(kieselghur)*.

El TNT es uno de los explosivos más útiles, tanto para la industria como para usos militares. Sin embargo, por ser algo escaso de oxígeno, aun cuando es un explosivo puro, se lo hace mucho más eficaz añadiéndole nitrato amónico como oxidante. La mezcla resultante se llama *amatol*. El TNT tiene la ventaja, sobre otros explosivos, de que se puede fundir a temperaturas más o menos bajas, y tomar la forma requerida para llenar proyectiles. Es relativamente poco sensible a los choques mecánicos y se puede manejar con cierto grado de seguridad.

Los explosivos como el TNT y la nitroglicerina se detonan ellos mismos por ondas de choque potentes, que proceden de otros explosivos primarios (detonadores).

El detonador es un material explosivo muy sensible, como el fulminato de mercurio [$(ONC)_2Hg$], que estalla por impacto mecánico o por el calor de un hilo fusible.

PROPULSORES

Los propulsores (propelentes) que se utilizan para lanzar balas o cohetes no son explosivos en el real sentido de la palabra. El objetivo que se persigue es producir, por combustión constante pero rápida, un volumen de gas comprimido, que impulse el proyectil. La formación de las presiones debe tener lugar en un lapso muy corto después de que se haya producido la ignición de la "pólvora". De hecho, la "pólvora" es, con frecuencia, una masa sólida en forma de disco o cilindro. Los propulsores que se utilizan en cañones de gran calibre son, normalmente, compuestos de nitroglicerina en forma de *cordita* o *balistita*. La cordita es, en especial, una mezcla de nitroglicerina y nitrocelulosa con un sensibilizante. En el disparo de un cañón se puede generar, en menos de 1/500 de segundo, una presión de 3.500 atmósferas.

En los proyectiles-cohete se utilizan, con frecuencia, combustibles líquidos, además de sólidos. Los propulsores líquidos suelen ser una mezcla de combustible, como queroseno, junto con un oxidante, como oxígeno líquido o peróxido de hidrógeno (agua oxigenada).

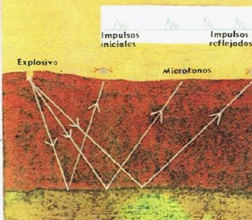
UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

Aparte de las aplicaciones militares más conocidas, los explosivos son materiales muy útiles en minería, demolición de rocas y muchas otras aplicaciones. En las operaciones de demolición se taladran agujeros en la roca, introduciéndose en ellos los explosivos, que contienen un detonador. El agujero se cierra con arena o arcilla, dejando fuera los conductores del detonador eléctrico, que se conectan al conmutador de detonación.

Existen muchas otras aplicaciones, que van desde el corte de acero a las prospecciones sísmicas, en las que el estudio de la reflexión de las ondas de choque desde la profundidad elegida de la Tierra proporciona información interesante sobre los estratos subyacentes.

Una aplicación más reciente ha sido el uso de explosivos, en pequeña escala, para dar forma a los metales. En esta técnica de *estampado por explosión* se coloca una plancha de metal sobre el lado abierto del troquel o cuño y se encierra, junto con una carga explosiva, dentro de una cámara. El gas liberado a alta presión fuerza el metal dentro del troquel, que toma la forma requerida. El método es utilísimo para producir formas muy complicadas. También se puede utilizar para soldar en frío metales distintos, e integrar metales compactos a partir de metal en polvo.

En los estudios sísmicos de estratos de rocas subyacentes se utilizan explosivos. Las ondas de choque se reflejan en las interfases de dos estratos y, midiendo el tiempo necesario para que los impulsos de choque alcancen los micrófonos convenientemente situados, puede averiguarse la posición y naturaleza del estrato.





Estampado de metales por explosión. Las grandes fuerzas que se generan en las explosiones pueden utilizarse para dar forma a los metales. En este montaje se hace detonar una carga en el agua, que contiene un saco de politeno. La pieza metálica toma la forma del troquel.



ESPINAS Y AGUIJONES

El hombre y los animales evitan cuidadosamente algunas plantas. La razón es que éstas tienen estructuras rígidas con puntas afiladas, capaces de producir heridas irritantes y, a veces, dolorosas; se trata de las espinas y aguijones de todos conocidos. Una inspección cuidadosa muestra que, aunque sean de formas parecidas, las espinas pueden provenir de estructuras completamente diferentes.
En el espino albar o majuelo y en el endrino o espino negro, las afiladas espinas, tan desagradables para los que arrancan sus flores o recogen endrinas, son tallitos secundarios y pequeños: *ramas enanas*. Se desarrollan, lo mismo que cualquier otra rama, de yemas axilares sobre un tallo ordinario, pero, en vez de aumentar en longitud y espesor, detienen su crecimiento y quedan como estructuras puntiagudas cortas. A pesar de su tamaño, pueden presentar hojas, lo cual es una prueba evidente de su verdadero origen.
En otras plantas, son las hojas las que se han modificado para convertirse en espinas. El agracejo, por ejemplo, tiene parte de sus hojas trasformadas en espinas. Las matas del grosellero son espinosas debido a unas formaciones que salen de la base de las hojas. En la acacia blanca, las estípulas —normalmente, pequeñas formaciones en la base del tallo de la hoja— se han convertido en espinas. Otra posibilidad es que los bordes de las hojas del follaje se conviertan en extensiones punzantes, que se hacen rígidas por abundancia de tejido de sostén, como en el acebo y en el cardo.
Las espinas curvadas de las zarzas y de los rosales son crecimientos del tallo, llamados *emergencias*. Al contrario de las ramas verdaderas, no salen de yemas en las axilas de las hojas. Las espinas que cubren los cactos son, simplemente, crecimientos de la epidermis, pelos de la planta.
La retama o hiniesta espinosa, mata del monte bajo, muy visible por sus flores amarillas brillantes, tiene espinas de los dos tipos: tallos y hojas. La hoja es corta, cilíndrica, y termina en punta. Saliendo de la axila de las hojas hay una rama enana, de aspecto casi idéntico, también terminada en punta. Para complicar todavía más la estructura, la rama enana puede llevar más hojas espinosas.

FUNCIONES DE LAS ESPINAS

La mayoría de las plantas espinosas viven en climas secos, casi secos o en lugares en los que el agua desaparece rápidamente del suelo. En estos casos, la humedad, es preciosa, y tiende a disminuir la superficie de la planta a través de la que puede perderse la humedad. Normalmente, esto tiene como consecuencia una reducción en la superficie de las hojas, que les da un aspecto de espinas. La hiniesta confirma esta idea porque, si se la hace crecer en condiciones húmedas, no aparecen espinas (o aparecen muy pocas) y se producen hojas normales.
La desaparición completa de las hojas y el consiguiente desarrollo de otras estructuras fotosintéticas es también una ventaja en ambientes secos. Tales estructuras, normalmente, poseen mucho más tejido de soporte que las hojas, y no encojen al secarse. El desarrollo de otros tipos de espinas parece estar relacionado con la tendencia de la planta a aumentar su tejido leñoso en épocas de escasez de agua; pero, de hecho, una vez formadas las espinas leñosas, proporcionan protección a la planta.
Sin embargo, las "espinas" (aguijones) de la zarza y de la rosa, no tienen nada que ver con las condiciones de sequía; su función principal es ayudar a la planta a trepar.

Las espinas del espino albar son, en realidad, ramas enanas que salen de los tallos principales. Las espinas pueden tener hojas

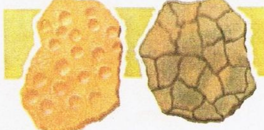
Las espinas de los cactos son formaciones de la epidermis de la planta. Las espinas o emergencias de una zarza son elementos para trepar.

Modificaciones de hojas, para convertirse en espinas. Por regla general, las espinas son una adaptación de la planta a condiciones secas y sólo tienen un valor protector secundario.

INFORMACIÓN SOBRE LOS CLIMAS ANTIGUOS

En las estaciones meteorológicas del mundo entero se realizan constantemente medidas de la cantidad de lluvia, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica y variaciones de temperatura. Las medidas que se utilizan para la predicción del tiempo proporcionan un registro diario y preciso de las condiciones climatológicas.
Sin embargo, sólo en el siglo XIX se comenzó o diseñar sistemáticamente los mapas del tiempo. ¿Cómo era el clima hace 500 ó 1.000 años? No existen medidas precisas, pero sí descripciones aproximadas. Los fríos excepcionales, las grandes lluvias o las sequías impulsaban a los hombres a escribir sus observaciones. Por otra parte, se obtiene información por el tipo de vestidos empleados, por los edificios que se construían o por las cosechas que se realizaban.
Sin embargo, cabe preguntarse cómo era el clima antes de que el hombre apareciese en la Tierra. Cómo era hace un millón o 500 millones de años. Todo lo que queda de aquellos tiempos antiguos son sedimentos — arenas, arcillas y calizas, depositadas en los mares, en los lagos y en las superficies de la Tierra que existían entonces—. Sólo a partir de estos sedimentos y de los fósiles conservados en su interior se puede hacer una descripción del clima de la época. El estudio de los climas de los tiempos pasados es una rama de la geología, llamada *paleoclimatología* (del griego *paleos* = antiguo). Normalmente, sólo se consigue una información muy general. Los climas tropicales, desérticos o glaciales se pueden reconocer, pero no se sabe nada acerca de la cantidad exacta de lluvia caída, de la temperatura o de la presión atmosférica, en comparación con las condiciones parecidas de los tiempos actuales. Sin embargo, a veces se puede estimar la dirección del viento, y se ha descubierto un método que permite determinar la temperatura de los mares de la antigüedad con una precisión de 0,5° C. Desde luego, la temperatura del mar tiene una influencia directa en el clima de sus proximidades.

Información directa del clima antiguo: orificios de lluvia y grietas en el barro. Sin embargo, estos datos, por sí solos, no dan una descripción general del clima de la época.



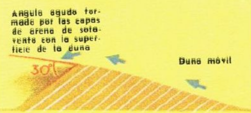
CLIMAS CÁLIDOS Y FRÍOS

Los climas cálidos desérticos y los fríos árticos son los más fáciles de identificar a partir de los sedimentos. La falta de agua en los desiertos implica que el sedimento no es arrastrado por los ríos, sino por el viento, y su efecto sobre las pequeñas partículas de roca erosionada es muy característico. Las partículas de un mineral duro y resistente, movidas constantemente por el viento sobre el suelo del desierto de arena, desarrollan formas esféricas y sus superficies se hacen lisas. La arena, empujada por el viento, actúa como un abrasivo muy eficaz. Las piedrecitas y los guijarros del suelo se pulen del lado del viento predominante. Las formas rocosas que sobresalen del suelo son cortadas y esculpidas, adquiriendo perfiles fantásticos.
En el desierto, la lluvia es un fenómeno raro, pero, cuando cae, resulta torrencial y el agua corre por las pendientes arrastrando en su camino todos los fragmentos de roca, hasta llegar a los llanos bajos, donde desparrama los sedimentos formando un enorme abanico de aluvión. La cantidad de agua disminuye rápidamente por evaporación y filtraciones, dejando una pila de variados fragmentos de roca, que pueden conservarse. Los depósitos salinos (*evaporitos*) también indican condiciones desérticas. La evaporación del agua es superior a la caída de lluvia, y los mares poco profundos y los lagos se secan, dejando todos los compuestos químicos que estaban disueltos. Estos indicios, tales como los evaporitos, los abanicos aluviales, las rocas pulidas, los gui-



DIRECCIÓN DEL VIENTO

Las dunas se forman por la acumulación de capas de arena. Un corte hecho en el costado de una de ellas muestra claramente las distintas capas, unas encima de las otras.
Durante su formación, la duna se modifica constantemente por los embates del viento. Tiene una ladera empinada por sotavento y una pendiente suave en la ladera de barlovento, de unos 12 grados, aproximadamente. Parte de la arena depositada por el viento en la superficie de la ladera suave es arrastrada sobre la cima de la duna y se deposita, formando un ángulo de 30°. Las dunas se mueven constantemente, empujadas por el viento predominante. La arena de la ladera de barlovento es siempre empujada, hasta caer por el lado de la pendiente abrupta de sotavento. Por esto, las capas de una duna móvil acaban con una pendiente de 30°. El ángulo agudo que forman estas capas con la superficie de la duna señala la dirección en la que soplaba el viento predominante. Por el estudio de antiguas dunas de arena se han averiguado, incluso, cambios estacionales de la dirección del viento.



jarros y los granos lisos de arena, indican la existencia de desiertos y las condiciones climáticas que los acompañan.
Por el contrario, el frío prolongado produce glaciares, masas de agua congelada que se mueven desde las tierras altas a las bajas. Los glaciares también dejan detrás sus propias "huellas". Los paisajes adquieren formas especiales, producidas por el hielo en movimiento. Las piedras arrastradas por el hielo tienen marcas y surcos, erosionados al frotarse unos con otros a grandes presiones. Las partículas de roca arrancadas son angulares, con bordes afilados y serrados. Cuando los glaciares se funden, estas rocas quedan formando *morrenas*. Todos los tamaños, pesos y formas se identifican fácilmente. Estos sedimentos no sólo pertenecen a la Edad Glacial de hace un millón de años. En África, India y Australia se conservan depósitos de glaciares que representan un avance de los hielos hace unos 300 millones de años. Hay indicios de que hubo edades glaciales todavía más antiguas, en tiempos precámbricos, 550 millones de años atrás.

INFORMACIÓN A PARTIR DE ORGANISMOS

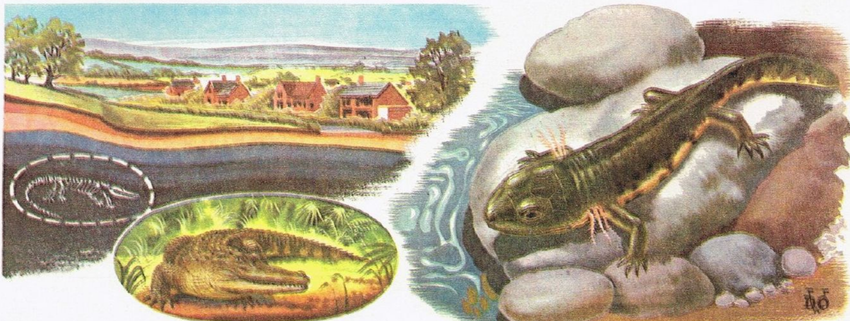
Actualmente, casi todos los corales se encuentran en mares tropicales o sub-tropicales. Si la temperatura del agua se hace inferior a 22° C, la mayoría de los corales no sobreviven. Por tanto, la existencia de corales conservados o arrecifes coralinos en sedimentos antiguos sugiere, de modo inmediato, que el clima en la época era cálido.
Se puede hacer un cálculo aproximado a partir de otros fósiles cuyos parientes cercanos todavía existen. Los anfibios y reptiles son animales de temperatura variable, abundantes en los climas húmedos y cálidos. Es muy raro encontrarlos en las partes del mundo que sufren variaciones de temperatura extremas. Cuando se encuentran sus restos en rocas antiguas, se supone que el clima era cálido y húmedo.
Las estructuras que desarrollan los animales también pueden ser significativas. El dinosaurio, con patas palmeadas y pico de pato —del que se sabe que existió hace 100 millones de años—, casi con seguridad vivía en lagunas o zonas pantanosas. Sólo una lluvia abundante puede haber producido estas condiciones. La adaptación de aletas a patas y el desarrollo de pulmones entre los peces de agua dulce en los tiempos devónicos, hace 350 millones de años, ocurrieron, probablemente, como respuesta a una disminución del tamaño de los lagos interiores; los peces que quedaban en seco podían arrastrarse hasta encontrar otras charcas.
Las plantas también proporcionan datos para averiguar el clima. Las tropicales son muy características; casi todas ellas tienen tejidos lignificados y cortezas delgadas. Como no hay variaciones estacionales, no se desarrollan anillos de crecimiento. Las plantas acuáticas guardan espacios de aire en sus tejidos *(aerénquimas)*, y sus hojas presentan poros respiratorios *(estomas)* sólo en la superficie más alta. En ambientes secos, las plantas tienen hojas pequeñas, correosas o carnosas, con pocos poros. La información procedente de una planta aislada no resulta de gran valor científico, pero una comunidad de plantas parecidas es muy significativa.

LOS FÍSICOS DESCUBREN UN TERMÓMETRO

Existen tres isótopos conocidos del oxígeno. Químicamente, son idénticos, pero tienen masas algo distintas. El isótopo más abundante tiene una masa atómica de 16 (0 - 16), y uno de los más escasos posee una masa atómica de 18 (0 - 18).
En el agua, el oxígeno se combina con el carbono para dar el radical carbonato —CO_3. Se ha comprobado que la cantidad de 0 - 18 que se incorpora a la formación de carbonatos varía apreciablemente según la temperatura del agua.
Algunos animales marinos secretan caparazones de carbonato cálcico y absorben el radical carbonato de las aguas que los rodean. La abundancia de 0 - 18 presente en el caparazón, en relación con la cantidad de normal 0 - 16, dará una buena indicación sobre la temperatura del mar.
La medida exacta de la proporción de 0 - 18 a 0 - 16, en los caparazones fósiles, permite calcular la temperatura de los mares de épocas pasadas. El método es tan preciso que se pueden detectar diferencias tan pequeñas como 0,5° C. En las secreciones de un caparazón se pueden medir, incluso, los leves cambios estacionales de temperatura. Desde luego, es muy importante que la composición del caparazón original no se haya alterado por recristalización.

Caparazones de belemnites (cefalópodos antiguos) y foraminíferos (protozoos) han sido especialmente valiosos en el cálculo de la temperatura de los mares por el método del isótopo del oxígeno.



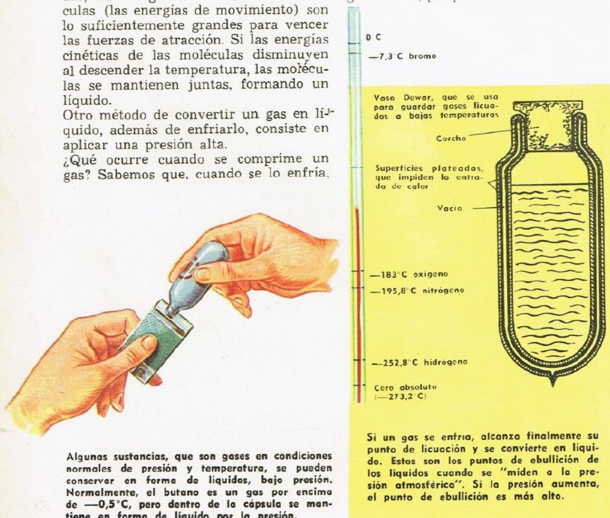


Los restos de animales muy relacionados con criaturas aún vivas permiten calcular, por comparación, el clima de la época. Los animales del pasado vivían, probablemente, en condiciones parecidas a sus parientes actuales. El cocodrilo fue un primitivo habitante de Gran Bretaña.

Deben tomarse precauciones con las criaturas que no tienen parientes próximos existentes en la actualidad. Este branquiosaurio vivió hace 300.000.000 de años. En general, los anfibios viven en climas cálidos y húmedos, pero los representantes antiguos podían haberse adaptado a condiciones diferentes.

CAMBIO DE FASE: EL PUNTO CRÍTICO

Cuando un gas se enfría, pasa a través de las *fases* vapor, líquido y sólido.
Las moléculas de un gas están moviéndose constantemente y, cuanto mayor es la temperatura, mayores son las velocidades a que se trasladan. Cuando el gas se enfría a presión constante, las moléculas se tornan más lentas y el gas ocupa un volumen más pequeño. A medida que la distancia media entre las moléculas se vuelve más pequeña, las fuerzas de atracción entre ellas se van haciendo más intensas, hasta llegar a mantenerlas unidas de modo un poco rígido: el gas se ha convertido en un líquido.
Otro modo de interpretar el proceso de la licuación consiste en recordar que, en un líquido, todas las moléculas ejercen una fuerza de atracción sobre las que las rodean. A temperaturas elevadas, las energías cinéticas de las moléculas (las energías de movimiento) son lo suficientemente grandes para vencer las fuerzas de atracción. Si las energías cinéticas de las moléculas disminuyen al descender la temperatura, las moléculas se mantienen juntas, formando un líquido.
Otro método de convertir un gas en líquido, además de enfriarlo, consiste en aplicar una presión alta.
¿Qué ocurre cuando se comprime un gas? Sabemos que, cuando se lo enfría, puede convertirse en líquido porque la separación media entre las moléculas se hace pequeña y las energías moleculares no son suficientes para vencer las fuerzas de cohesión entre las moléculas. Exactamente lo mismo ocurre cuando se lo comprime. El gas ocupa un volumen más pequeño y, por tanto, la distancia media entre las moléculas debe ser más pequeña; además, las energías de las moléculas se hacen más débiles.
Si se cierra el extremo de un inflador de bicicleta y se aprieta el pistón o émbolo, el gas se calienta dentro del cilindro. Si se fija el pistón, dejando que el gas se enfríe hasta que tenga la temperatura ambiente, el gas ha perdido *energía*. Sin embargo, la *temperatura* de éste es la misma que antes de hacer la compresión. La energía perdida es energía *interna*, porque las moléculas se han visto forzadas a estar más juntas, por el proceso de la compresión. Los gases pueden perder energía interna por compresión, y debido a ello es posible llevar un gas al estado líquido mediante este procedimiento.



Algunas sustancias, que son gases en condiciones normales de presión y temperatura, se pueden conservar en forma de líquidos, bajo presión. Normalmente, el butano es un gas por encima de —0,5°C, pero dentro de la cápsula se mantiene en forma de líquido por la presión.

Si un gas se enfría, alcanza finalmente su punto de licuación y se convierte en líquido. Estos son los puntos de ebullición de los líquidos cuando se "miden a la presión atmosférica". Si la presión aumenta, el punto de ebullición es más alto.

EXPERIMENTOS DE ANDREWS

En 1869, Thomas Andrews realizó experimentos para convertir el gas carbónico (anhídrido carbónico) en líquido, aplicando al gas presiones elevadas.
Encerró dos volúmenes de gas en dos tubos idénticos; en uno había aire, y en el otro, anhídrido carbónico. Los gases estaban cerrados por gotas de mercurio, y los tubos invertidos se conectaron adecuadamente a una cámara metálica de compresión. En ésta se aplicaba la presión a un volumen de agua por medio de pistones que se desplazaban mediante tornillos. Las altas presiones desarrolladas en el volumen de agua se trasmitían a los dos volúmenes de gas, siendo iguales las presiones ejercidas sobre los dos depósitos de gas. Los cambios de volumen de los gases comprimidos se observaban por la posición de las gotas de mercurio que cerraban los dos tubos. A partir de los cambios de volumen podían calcularse las variaciones de presión. Comprimiendo el volumen de agua y observando las posiciones del mercurio en los tubos, se obtenían el volumen y la presión del anhídrido carbónico.
Andrews realizó una serie de experimentos a distintas temperaturas y pudo representar gráficamente los valores del volumen para diferentes presiones, a cada temperatura. De este modo, para las distintas temperaturas, mantenidas constantes, obtuvo una curva del volumen, *V*, frente a la presión, *P*. Estas curvas, calculadas para temperaturas determinadas, se conocen con el nombre de *isotermas* (de temperatura constante).
Andrews observó que se podía convertir el anhídrido carbónico en líquido, pero sólo en el caso de que la *temperatura del gas fuera inferior a un valor determinado*. Se podía obtener anhídrido carbónico líquido por compresión si el gas se enfriaba primero por debajo de 31,1° C; a temperatura superior, esto era imposible, cualquiera fuese la presión

aplicada. Esta temperatura se llama *temperatura crítica* del anhídrido carbónico. Posteriormente, se averiguó que cada gas tiene su temperatura crítica propia, por encima de la cual es imposible pasar de gas a líquido por compresión del primero.

CURVAS ISOTERMAS

El estudio de las curvas isotermas de un gas puede dar mucha información sobre lo que le ocurre cuando se lo comprime. Por encima del punto crítico, el comportamiento del gas es más o menos parecido al de los gases ideales.

El volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión que soporta (ley de Boyle). En otras palabras, si la presión se reduce la mitad, el volumen se duplica; si la presión se duplica el volumen se reduce la mitad. Matemáticamente, esto se expresa por la fórmula $PV =$ constante, a una temperatura dada. El efecto de variar la temperatura se puede averiguar mediante la *ley de los gases*, que se escribe como $P.V =$ constante $\times T$. Para cada temperatura hay una curva isoterma, que se obtiene representando los valores de P frente a los de V y que describe una curva de forma definida, llamada *hipérbola*. Cuando se obtiene una curva P-V de este tipo, el gas se comporta como gas perfecto.

Andrews comprobó que, en una familia de isotermas, a medida que la temperatura iba bajando hacia el punto crítico, las curvas dejaban de ser hipérbolas uniformes (suaves) para presentar cambios bruscos y porciones planas. Evidentemente, el gas no obedecía ya a la ley de Boyle. Por debajo de la temperatura crítica, una gran parte de la curva era plana y casi horizontal. Un pequeño aumento de presión producía una gran disminución de volumen; en otras palabras, el gas se estaba convirtiendo en líquido. Para que esto ocurriera sólo hacían falta pequeñas variaciones de presión. Sin embargo, si la presión se aumentaba todavía más, la curva se alzaba para convertirse casi en vertical. En esta zona, el volumen apenas disminuía al aumentar mucho la presión. El anhídrido carbónico se había hecho prácticamente *incompresible*; por tanto, debía haberse convertido por completo en líquido.

SÓLO GAS

En las zonas curvas, el gas permanece como tal al aumentar la presión

En el punto crítico, el tramo horizontal desaparece

48,1 C

31,1 C

21,5 C

13,1 C

Presión

Volumen

SÓLO LIQUIDO

Aumenta la presión, pero el volumen no varía

En las zonas verticales, el gas se ha convertido en líquido, que es incompresible

GAS Y LIQUIDO

Gas

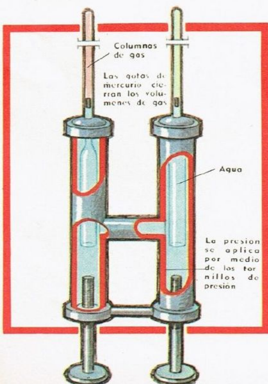
Parcialmente liquido

Liquido

En las zonas horizontales, el gas se convierte en liquido, con grandes cambios de volumen para pequeños cambios de presion

Familia de isotermas de Andrews para el anhídrido carbónico. A temperaturas elevadas, las isotermas son curvas continuas, que representan la compresión de un gas que permanece como tal. A medida que la temperatura disminuye, aparecen las zonas "horizontales". El gas se convierte en líquido cuando el volumen disminuye mucho por la presión. Por encima de 31,1°C no aparecen tramos horizontales y el gas no puede pasar a líquido, cualquiera que sea la presión aplicada.

Aparato de Andrews. A medida que se enroscan los tornillos de presión, la presión del agua aumenta y se trasmite por igual a los dos volúmenes de gas. Midiendo el cambio de longitud de la columna de aire se averigua su presión, que es la misma que para el anhídrido carbónico.



EXPLOTACIÓN DE LA CAZA

Una dieta sana necesita un suministro adecuado de proteínas, hidratos de carbono, grasas y vitaminas. La *desnutrición* es el resultado de no tomar bastante alimento cada día. La *malnutrición* aparece si se toma una dieta no equilibrada de modo regular. En grandes regiones de África y Asia, las dietas son insuficientes o están muy desequilibradas, ya que sólo contienen 10 gramos de proteína animal al día. Una dieta típica en Estados Unidos incluye unos 60 gramos de proteína animal por día.
Aunque, en los países subdesarrollados, los cereales y legumbres (judías, etc.) proporcionan cierta cantidad de proteínas, queda todavía un déficit considerable de estos elementos alimenticios principales. La enfermedad llamada *kwashiorkor*, común en los países subdesarrollados de África, Asia y América del Sur, es producida por una deficiencia en proteínas. Los enfermos afectados son principalmente niños, que adelgazan y sufren llagas en el cuerpo e hinchazones dolorosas. Un vaso de leche diario puede curar esta enfermedad, suministrando la proteína extra requerida, pero hay muchos millones de seres humanos que no pueden conseguir ni siquiera esto.
¿Por qué existen estas deficiencias de proteínas? En algunos casos, como en la India, hay prohibiciones religiosas, que impiden comer carne animal o productos animales. En África, los suelos son, con frecuencia, tan pobres que no pueden mantener tierras de pastos. El ganado está muy delgado y apenas suministra alimento, hasta el punto de que, a veces, las vacas son un signo de riqueza o sirven de moneda más que de fuente de alimento. La gente subsiste con dietas de cereales, con un contenido muy bajo en proteínas.
¿De dónde se pueden extraer las proteínas? Ciertos vegetales, como los maníes o cacahuetes, pueden suministrar muchas proteínas, y esto tiene importancia donde la población no come carne por principios. El pescado es una fuente importante de proteínas, y se realizan muchas investigaciones para una explotación más intensiva de los mares y el cultivo de peces en estanques artificiales. Los pobladores de Oceanía comen grandes cantidades de pescado y tienen mejor salud que los habitantes de Asia o África. Sin embargo, hay muchos científicos que proponen la *ganadería de animales de caza*, especialmente en África.
A pesar de los suelos pobres, que se encuentran en gran parte del continente africano, la región posee enormes hatos de antílopes y otros animales de caza. Estos animales, evolucionando con la flora del continente, logran trasformar el alimento vegetal en carne con más eficacia que la ganadería introducida de Europa. Cada especie tiene, normalmente, una planta favorita para su alimentación; algunas pastan un tipo de hierba; otras, vegetales distintos, y hay especies que se alimentan de arbustos. Esta alimentación tan variada significa que una



El saiga, antílope de la taiga del norte de Europa y Asia, ya se utiliza en gran escala para la alimentación. Cada año se sacrifican más de 100.000 animales, sin que la especie resulte perjudicada.







La cebra, el impala y el "eland" son tres de los muchos animales africanos que podrían utilizarse para la alimentación. Será necesario realizar investigaciones biológicas para determinar el número de animales que se pueden sacrificar anualmente sin peligro para las especies.

zona puede mantener muchos más animales salvajes que domésticos. El ganado tiende a comer un solo tipo de hierba y continúa pastando hasta que no queda más de ella. Los suelos africanos difícilmente pueden soportar los pastos necesarios para mantener ganadería. La erosión del suelo comienza y toda la región se empobrece. Los animales autóctonos, más eficaces, nunca agotan los pastos. Además, en cierta medida, son inmunes a muchas enfermedades locales. Su estado de salud general es siempre mejor que el de los animales introducidos.

¿Qué posibilidades existen de utilizar estos animales salvajes para la alimentación? Los trabajos realizados en varias reservas africanas demuestran que una región determinada produce mayores beneficios económicos para caza que para ganadería. La carne es aceptable para la mayoría de la población y, si se organiza una red de mercados, no hay razones para que el cultivo de reservas de caza no proporcione una buena parte de las proteínas tan necesarias en el mundo.

En África hay muchos animales de caza que podrían ser utilizados de modo rentable; entre ellos se encuentran el ñú, la cebra, el impala, el "eland" y el elefante. A este respecto, en la Unión Soviética se aprovecha, desde hace siglos, el antílope de la taiga. Varias poblaciones de Siberia tienen manadas de renos en estado semidoméstico.

Antes de que se pueda emprender la explotación en gran escala de la caza, es necesario realizar muchos trabajos preliminares. La caza indiscriminada exterminaría rápidamente las manadas y sólo proporcionaría un suministro temporal de carne. El objetivo de esta explotación es *conservar* las especies en su medio natural y sacrificar sólo un número de animales tal que mantenga la población en equilibrio con las disponibilidades de la región. El número que habría de sacrificarse anualmente dependería del tamaño de las manadas, del porcentaje de nacimientos, de la proporción entre los sexos, además de otros factores.

Es necesario estudiar con detalle la biología de los animales para determinar la edad en que comienza la procreación y el número de ellos que pueden producir a la vez. Las costumbres de alimentación proporcionan datos a los *ecólogos* (científicos que estudian las relaciones entre los organismos vivos y sus medios ambientes), para determinar el número de animales que pueden mantener las distintas regiones. Por medio de censos aproximados, que se realicen anualmente, se decidirá el número de animales que se pueden sacrificar sin daño para las manadas. Por regla general, los machos jóvenes son el objetivo principal de los cazadores, pero deben dejarse los suficientes para que cada año quede un número adecuado de machos adultos.

Aparte de que las cantidades de carne que proporciona la caza es mayor que las de la ganadería doméstica, el costo de mantenimiento de los animales es inferior. Puede resultar necesario construir cercados más grandes, pero el mantenimiento de buenos pastos deja de ser importante cuando se trata de animales salvajes. Tampoco resulta fundamental la protección de los animales contra las enfermedades, porque éstos están inmunizados contra la mayor parte de las enfermedades y pestes locales (excepto la *nagana*, que trasmite la mosca *tsetsé*).

La explotación de la caza es un procedimiento para satisfacer dos necesidades al mismo tiempo, ya que proporcionará las proteínas que la población humana necesita, especialmente en África, y contribuirá a la conservación de la vida salvaje. Hasta hoy, la caza indiscriminada ha puesto en peligro muchas especies y destruido el equilibrio de la naturaleza. Por otra parte, existe la amenaza de la erosión del suelo por el mantenimiento de un número excesivo de cabezas de ganado. Es *necesario* conservar la fertilidad del suelo y el equilibrio natural, si el hombre quiere conseguir el máximo rendimiento de la tierra.

Si se logra convencer a la gente de que la explotación de la caza es un negocio rentable, el sistema funcionará perfectamente. Otro punto a su favor es la atracción del turismo, por el deseo de ver las manadas de animales salvajes en sus medios naturales. Sin embargo, antes de que pueda convertirse en un método normal de producción de carne, es indispensable introducir en los países subdesarrolados las técnicas modernas de manipulación y conservación. La carne se estropea muy rápidamente, en especial en climas cálidos, y sería inútil disponer de grandes cantidades de carne si ésta no puede llegar a los lugares de consumo en óptimas condiciones de sabor y valor nutritivo.

ALIMENTO PROCEDENTE DE OTROS ANIMALES

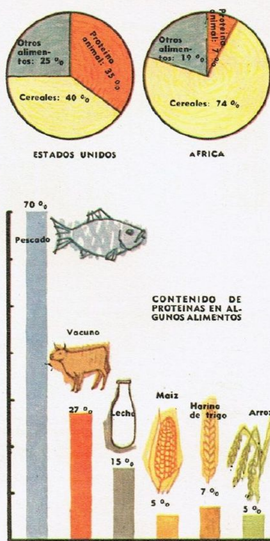
Los animales de caza no son, en absoluto, los únicos que pueden utilizarse en el futuro para la alimentación. El pescado se explotará mucho más que en la actualidad; los insectos y moluscos ya se utilizan en parte, y proporcionan proteínas a la dieta. Puede ocurrir que, si se descubren métodos de crianza y manipulación de estos animales, se conviertan en parte importante en la dieta de la población humana mundial.

Saltamontes cocidos para un antiguo banquete asirio

Los saltamontes son ricos en proteínas y grasas

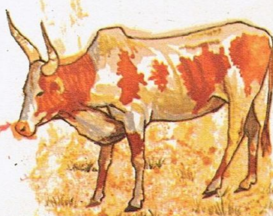
Los saltamontes se consumieron durante siglos en los países donde abundan. Los hallazgos arqueológicos confirman este hecho.





(Arriba) Proporción de calorías obtenidas de cereales y productos animales en la dieta de Estados Unidos y de África. El bajo consumo de proteínas en África indica una dieta desequilibrada, de calidad muy pobre. (Abajo) Contenido de proteínas en algunos alimentos. Es evidente que los productos animales son los más adecuados para restablecer el equilibrio de proteínas.

Los suelos de África no proporcionan, generalmente, los pastos adecuados para la cría de ganado vacuno. Con frecuencia, en los sitios donde los pastos son buenos, la mosca tsetsé, trasmisora de la enfermedad del sueño, acaba con el ganado.



El ganado, tal como este cebu, se cría flaco con pastos pobres. Con frecuencia, en su búsqueda de alimentación agota las tierras y puede sobrevenir una erosión del suelo

RECUENTO GLOBULAR



Contador Coulter, en el que se muestra el mecanismo de registro y la pantalla del osciloscopio. Se puede usar para contar glóbulos rojos o blancos, utilizando el mando adecuado.

El examen de muestras de sangre es una parte de la rutina en las investigaciones clínicas. Especialmente en casos de anemia, resulta importante para el médico saber si el número de glóbulos rojos es normal. En un hombre sano hay alrededor de cinco millones de este tipo de células por centímetro cúbico. En las mujeres, la cifra es ligeramente inferior.

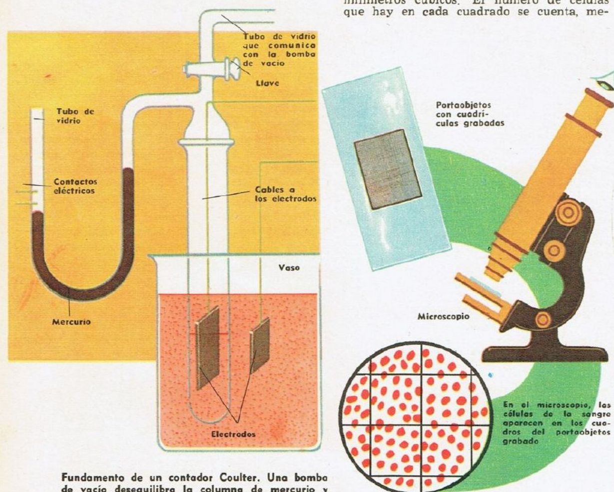
Los recuentos de las células de la sangre los hacen en hospitales y laboratorios técnicos especializados. Evidentemente, no pueden contar millones de células, y por eso se han ideado métodos y equipos especiales. Todos ellos se basan en la dilución de la sangre en una proporción conocida, con lo cual se reduce mucho el número de células que hay que contar.

Contar con un microscopio resulta bastante lento y tedioso, pero todavía se utiliza mucho. La sangre diluida se pone sobre un portaobjeto especial de microscopio, que lleva grabadas unas líneas, las cuales forman cuadrados pequeñísimos de un cuatrocientosavo de milímetro cuadrado. Un cubreobjeto descansa en un reborde del portaobjeto, de manera que el volumen de sangre, en cada cuadrado, es exactamente 1/4.000 milímetros cúbicos. El número de células que hay en cada cuadrado se cuenta, mediante el microscopio, para un cierto número de éstos. Hallando la media aritmética de las cuentas, puede calcularse fácilmente el número de células por centímetro cúbico de sangre.

El factor tiempo, el tedio y los errores inevitables en el método descrito se han reducido en forma considerable en varios instrumentos electrónicos. Algunos de ellos cuentan las células automáticamente, a medida que éstas pasan por una célula fotoeléctrica. El *contador Coulter* es un aparato ingenioso, que se basa en las diferencias de conductividad eléctrica entre las células de la sangre y el líquido en que se diluyen. Este contador es fácil de manejar, y no resulta necesario limpiarlo después de cada operación. La sangre diluida se coloca en un vaso, y en éste se introduce un tubo con un orificio muy pequeño. Este tubo se conecta a una bomba de vacío y a un manómetro de mercurio. Cuando se abre la llave que comunica con la bomba, la sangre diluida comienza a entrar en el tubo, y la columna de mercurio se desequilibra. Una corriente eléctrica pasa, a través de la suspensión de sangre, por el orificio.

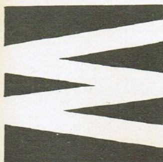
Cuando pasa una célula de sangre por este orificio, aumenta la resistencia eléctrica y se genera un impulso eléctrico. Éste se amplifica y se lleva a un osciloscopio, donde aparece como un pequeño pico en la pantalla. El tamaño del pico varía con el de la célula que ha pasado.

El recuento no comienza hasta que se desconecta la bomba de vacío. El mercurio del manómetro se ajusta al vacío existente y, mientras éste persista, seguirá pasando sangre por el orificio. Cuando el nivel de mercurio sube en un brazo del manómetro, abre un conmutador, que conecta el aparato contador. Cuando ha pasado medio centímetro de sangre al tubo, el mercurio desconecta de nuevo el circuito. Así, el contador sólo registra las células que hay en este volumen. Como se conoce el valor de la dilución, puede calcularse el contenido celular de la muestra de sangre analizada. El instrumento tiene un *circuito umbral*, para que el contador sólo registre las partículas de tamaño superior a uno dado, con lo cual se impide el recuento de células rotas y plaquetas, que no quedan incluidas en las cifras finales.



Fundamento de un contador Coulter. Una bomba de vacío desequilibra la columna de mercurio y arrastra sangre a través del orificio del tubo. Cada célula que pasa crea un impulso eléctrico. Cuando el mercurio vuelve a su nivel normal, abre y cierra los contactos, para mover y detener el mecanismo contador, con lo cual se registra el número de células que hay en 0,5 cm³.

Recuento globular con un microscopio. Se cuenta el número de células sanguíneas en cuadrados escogidos al azar. Todos los cuadrados tienen el mismo volumen conocido.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

SERIE AROMÁTICA: EL BENCENO

El carbono es un elemento químico que tiene 4 electrones en su órbita externa, es decir, 4 electrones de valencia. Para reaccionar y completar su "octeto" (todos los elementos tienden a este estado electrónico) puede, en principio, ceder o aceptar electrones; los elementos químicos que ceden electrones son los metales, y los que los captan, los metaloides (no metales). Sin embargo, el carbono, en una gran mayoría de compuestos (todos los que constituyen la química orgánica), opta por una solución intermedia: comparte electrones con otros elementos o consigo mismo (con otros átomos de carbono) y forma con ellos enlaces covalentes; la última posibilidad determina que se pueden formar largas cadenas de átomos de carbono. Los compuestos con cadenas abiertas constituyen la **serie alifática** (o acíclica) de la química orgánica (alcanos, alquenos y alquinos, según estén unidos los carbonos por enlaces simples, por alguno doble e incluso triple); la unidad fundamental de esta serie es el metano (CH_4), hidrocarburo del que se pueden considerar derivados los demás. Pero también existe otra serie en química orgánica, denominada **serie aromática,** constituida por los compuestos de cadena cerrada, es decir, los hidrocarburos cíclicos; la unidad fundamental de esta serie es el benceno, sustancia en la que se resumen las características y propiedades básicas de los compuestos aromáticos.

Su fórmula condensada es C_6H_6, y la desarrollada puede observarse en la figura 1, aunque para simplificar se suele escribir sólo el hexágono con los tres dobles enlaces correspondientes. Por cierto que, en realidad, la posición de estos tres dobles enlaces alternos no es fija, ya que el benceno es un híbrido de todas las posiciones posibles; se encuentra en un estado especial intermedio (resonancia), según el cual un átomo de carbono se une, mediante el doble enlace, tan pronto al átomo de carbono de la izquierda como al de la derecha.

Las reacciones más típicas del benceno son las de sustitución, y los agentes sustituyentes más comunes son el cloro (Cl_2), el bromo (Br_2), el ácido nítrico (NO_3H) y el ácido sulfúrico (SO_4H_2).

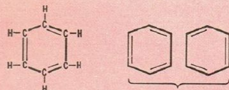


FIGURA 1

Veamos ahora qué reglas rigen el mecanismo de **sustitución en el anillo bencénico.**

La reacción de sustitución no es otra cosa que una reacción de oxidación-reducción, en la que el sustituyente es el agente oxidante (aceptor de electrones); esto se hace posible, precisamente, por el fenómeno de la resonancia, ya que en el benceno existen átomos de carbono a los que sobran electrones, que pueden ceder a ciertas sustancias con apetencia electrónica.

En la figura 2 se representa una de estas reacciones de sustitución entre el benceno y el ácido nítrico, para formar nitrobenceno.

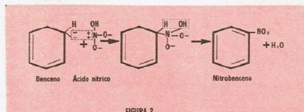


FIGURA 2

En uno de los momentos en que un doble enlace cambia de posición, el benceno dispone de dos electrones sobrantes (cargas negativas) en el correspondiente átomo de carbono; el ácido nítrico, por el desplazamiento de las cargas negativas hacia los átomos de oxígeno, presenta cargas positivas (apetencia de electrones) en el átomo de nitrógeno; la reacción se verifica por este lugar, uniéndose las dos sustancias; inmediatamente, se pierde una molécula de agua entre un hidrógeno de benceno y un oxidrilo del ácido nítrico, y se forma el nitrobenceno. El resultado definitivo es que, en el benceno, el grupo nitro ($—NO_2$) ha sustituido a un átomo de hidrógeno.

Todo esto se refiere a la **primera sustitución** en el anillo bencénico, porque, cuando ya existe un sustituyente y se pretende introducir otro, la posición del nuevo no es caprichosa, sino que se rige también por criterios fáciles de comprender.

Si se realiza una **segunda sustitución,** el nuevo sustituyente **(Y)** tiene como alternativa ocupar la posición **orto, meta** o **para,** respecto al primer sustituyente **(X),** como se observa en la figura 3. Que esto suceda depende del carácter del primer sustituyente, es decir, este grupo es

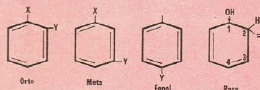


FIGURA 3

el que determina la orientación del segundo sustituyente. Por ejemplo, en el fenol (figura 3), el grupo OH tiende a enviar sus electrones hacia el carbono 1 del núcleo bencénico; entonces, este carbono hace simple el doble enlace que lo une al carbono 2, y, al quedar el último con un exceso de electrones, facilita el acoplamiento en dicho lugar de un nuevo sustituyente; por tanto, el grupo fenólico orienta al segundo sustituyente en posición **orto.** Podría argumentarse análogamente para otros grupos funcionales que determinan la orientación de los segundos sustituyentes en las posiciones **meta** y **para.**



CORREO DE LECTORES

MODERNOS INSECTICIDAS

Desearía que me informaran sobre cuáles son y para qué se utilizan los insecticidas fosforados. A. M. S.

Son muchos los insecticidas fosforados que se han descubierto y comercializado en estos últimos años. El gran desarrollo de este campo de los insecticidas fue posible, en gran parte, porque se conoce su mecanismo de acción: todos son inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa. Ello permitió simplificar extraordinariamente las técnicas analíticas de selección de productos. Tienen el inconveniente de que suelen ser relativamente tóxicos para los hombres y los animales superiores, puesto que en nuestro sistema nervioso también interviene la acetilcolinesterasa.

Los más importantes son los que detallamos seguidamente.

Malathion. Se utiliza contra una amplia gama de insectos (moscas, mosquitos, pulgas, cucarachas, etc.); es muy útil para combatir insectos "DDT-resistentes". Tiene el inconveniente de su olor desagradable, pero de todos los insecticidas fosforados es, quizá, el menos tóxico para el hombre.

Diazinon. Muy eficaz contra toda clase de insectos, incluso resistentes, pero es peligroso por su gran toxicidad. No obstante, dosis muy bajas son todavía eficaces.

DDVP. Es notable por la actividad insecticida de sus vapores; por ello, se utiliza para pulverizaciones espaciales en soluciones al 1 %. Debe evitarse permanecer mucho tiempo en los ambientes de este insecticida.

Ronnel. Un insecticida de toxicidad relativamente baja para el hombre. Se emplea contra insectos resistentes a los insecticidas clorados (DDT, Lindane, Clordano, etc.).

Dicapthon. Sólo debe ser utilizado por profesionales, a causa de su toxicidad. Su uso principal se reduce al exterminio de cucarachas resistentes.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

Dipterex. Uno de los pocos insecticidas orgánicos algo solubles en agua (13 - 15 %). Se emplea en la elaboración de cebos con azúcar para el exterminio de moscas y otros insectos voladores.

Metil-trithion. Bastante tóxico para el hombre. Presenta la ventaja de que actúa tanto de insecticida como de acaricida.

LA HIPERTENSIÓN

¿Cómo se produce el proceso de la hipertensión arterial y cuál es su tratamiento? G. G.

Existen varias hipótesis sobre la patogenia de la hipertensión arterial; por sí solas no explican más que aspectos parciales de este trastorno, que, por otra parte, no debe ser considerado como una enfermedad, sino como un síntoma de otras dolencias poco conocidas.
Existen tres teorías principales para explicar el fenómeno de la hipertensión: la **renal**, la **endocrina** y la **neurógena.** Es posible que las tres intervengan conjuntamente, y en mayor o menor grado, en el mecanismo de la hipertensión arterial.
Teoría renal. En unas experiencias realizadas con perros, en los que se pinzaba la arteria renal, se observó que subía la tensión arterial y que en la sangre aparecían diversas sustancias en las que se comprobó una actividad hipertensora. Entonces se pensó que la hipertensión humana puede deberse a ciertos trastornos renales, que provocan una isquemia de las arterias renales (disminución de la circulación); como consecuencia, se libera en la sangre una sustancia denominada **renina,** que actúa sobre una proteína del plasma **(hipertensinógeno)** y la convierte en una sustancia hipertensiva **(hipertensina** o **angiotonina).**
Esta teoría renal no explica del todo la hipertensión, pues en los casos crónicos no se pueden detectar niveles anómalos en la sangre de las sustancias anteriores. En tales condiciones, la evolución de la enfermedad, por lo menos, no depende de ellas.

Teoría endocrina. También se comprobó experimentalmente que la inyección de **desoxicorticosterona** provoca un aumento de la tensión sanguínea. Esta hormona se produce en las cápsulas suprarrenales; un trastorno patológico en estas glándulas endocrinas determinaría una secreción excesiva de desoxicorticosterona a la sangre y la hipertensión consiguiente. Algunos autores opinan que la hormona produce una excesiva retención de sodio en el organismo, con la correspondiente retención de agua; se aumenta la cantidad de líquido en los tejidos (y, por tanto, también de sangre), y se produce la hipertensión. Otros autores creen que la hormona actúa directamente sobre el riñón, produciendo lesiones (disminución de riego sanguíneo) que, como hemos visto en la teoría renal, serían la causa de la hipertensión. Esta última interpretación relaciona la teoría renal con la teoría endocrina.
Teoría neurógena. Todos los investigadores creen que en la hipertensión interviene un factor nervioso. Lo que no se sabe es su valor y el mecanismo completo de esta intervención.
La intervención se podría producir directamente por una contracción general del sistema circulatorio, motivada por una acción nerviosa.
También es posible que el agente desencadenante actúe sobre el hipotálamo y, a continuación, se exciten las cápsulas suprarrenales. Esta última interpretación permite relacionar la teoría neurógena con la hormonal, y también, por tanto, con la renal.
Por fin, hay que referirse brevemente a la relación entre la hipertensión y la arteriosclerosis, pues se trata de dos dolencias que se presentan siempre asociadas. Se sabe que hay una dependencia mutua, pero no se conoce claramente si una es la causa de la otra o viceversa, es decir, no se ha logrado descifrar cuál es la causa primaria.
Por una parte, al forzar el riego sanguíneo, la hipertensión puede producir alteraciones en las paredes vasculares y, por tanto, arteriosclerosis. Por otra, las alteraciones de las paredes vasculares determinan que disminuya la luz de los vasos sanguíneos y, en consecuencia, se produzca hipertensión.
La terapéutica de la hipertensión es meramente sintomática, puesto que no se conocen las causas concretas del trastorno.
Hay que seguir un régimen alimenticio exento de sales (6 - 7 mg. por 1.000 gramos de comida). También es conveniente el reposo y la administración de sedantes, para combatir el factor neurógeno.
Respecto a los remedios quimioterápicos, conviene destacar los gangliopléjicos, los alcaloides de la **Reuwolfia serpentina** y los diuréticos, que disminuyen la cantidad de líquidos del organismo; entre estos últimos, los más modernos son los del grupo de las tiazidas.

Y PARA CONCLUIR...

CURIOSIDADES DE LOS ATUNES

El atún es un pez conocido por el hombre desde los tiempos más remotos. Los más antiguos "naturalistas", como Aristóteles y Plinio, se ocuparon de él. Existen temporadas en que el mar Mediterráneo **(Mare Nostrum)** se llena de estos peces, que proceden de más allá de las columnas de Hércules (el estrecho de Gibraltar); los autores precedentes afirmaban que era una emigración regular hasta su lugar de cría en el mar Negro **(Ponto Euxino),** pero esto no parece cierto porque procrean en muchas otras partes del mar Mediterráneo y del resto de los mares del mundo. Estrabón afirmaba que los peces espada se nutrían de atunes, y desde entonces existe la leyenda de que estos últimos peces llegaban al Mediterráneo en busca de cobijo, huyendo del terrible acoso de los "espadachines"; tampoco esto es cierto.
Actualmente, se sabe que los atunes, viajeros impenitentes, surcan en grandes bandos todos los mares de la Tierra.
El hombre aprovecha estas migraciones para colocar en regiones estratégicas, generalmente los estrechos, difíciles laberintos de los que no podrán salir. Se trata de las **almadrabas,** calles enrevesadas delimitadas por redes que "conducen", por último, a la fábrica de conservas.
La abundancia de los atunes en estos bancos llega a ser tan grande que también los relatos históricos se confunden con las leyendas. Se cuenta, en efecto, que Alejandro Magno, embarcado rumbo a la India, sufrió mil peripecias para atravesar los mares atiborrados de atunes.
No se sabe con certeza a qué causas obedecen las migraciones de los atunes. Posiblemente, a necesidades de alimento, de las que este pez, de increíble y rápido metabolismo, necesita en abundancia. No en balde se lo llama, con frecuencia, "cerdo de mar", tanto por lo que come como por la rapidez con que se ceba.
Polibio Megalopolitano afirmaba que los atunes gustan del Mediterráneo porque en este mar encuentran buena y variada comida: sabrosas sardinas, gustosas anchoas y ciertas bayas del mar.
La carne del atún es excelente, compacta y sabrosa. Su pesca se realiza desde antiguo, pues ya en algunas monedas fenicias aparece la silueta esbelta y elegante de este magnífico pez. Y no sólo se persigue a los atunes desde el punto de vista industrial; la pesca deportiva con caña proporciona uno de los más emocionantes lances mientras se cobra la pieza; el pescador, firmemente sujeto a una silla en la popa de la embarcación, lucha durante horas contra el potente atún que, en no pocas ocasiones, rompe el fuerte sedal y desaparece en las profundidades.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	50.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	5.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	18.—
									*VENEZUELA,	Bolivares	1,50

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 4 de abril de 1966

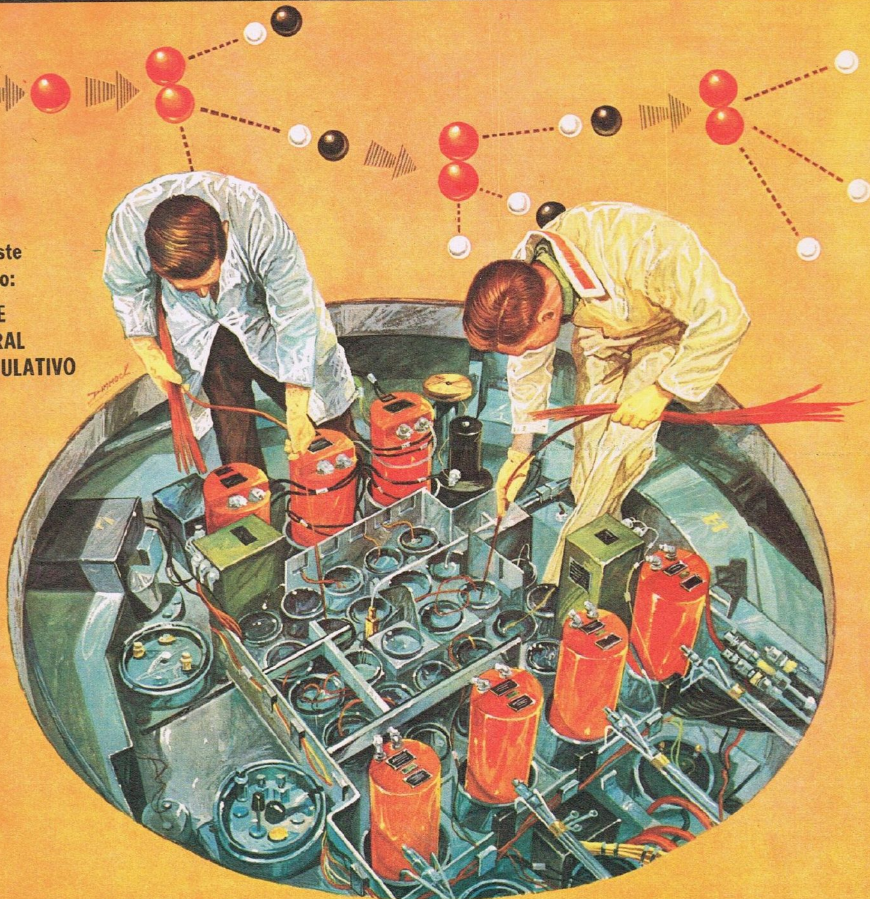
Nº 130

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®

Con este número:

ÍNDICE GENERAL ACUMULATIVO



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: M. BENEDICT (Massachusetts Institute of Technology), desarrollo de la energía nuclear. H. E. TAYLOR (Florida State University), números irracionales. S. ALVARADO (Univ. Madrid), los picos de las aves. E. WERTHEIM (Univ. Arkansas), reacciones fotoquímicas. E. RAISZ (Univ. Florida), símbolos y representaciones. J. M. BROWN (California State College), modernas técnicas de enseñanza. H. G. BOOKER (Cornell University), capacidad: el faradio. S. C. PRESCOTT (Massachusetts Institute of Technology), explotación de los mares. E. A. HOEBEL (Univ. Minnesota), el Hombre de Neanderthal: un pariente extinguido. B. E. ROSSI (Pressure Vessel Research Committee of the Welding Research Council), soldadura de metales.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO III
TOMO X
Nº 130

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos. S. A., V. M. Rendón y 6 de Marzo (esquina), Guayaquil - Librería Selecciones S.A., Benalcázar 549 y Sucre, Quito. **EL SALVADOR:** Distribuidora Salvadoreña, Av. España Nº 344, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

DESARROLLO DE LA ENERGÍA NUCLEAR. — Se observa a dos técnicos especializados preparando el combustible de un reactor experimental.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Nueva indicación de la talidomida. — Posiblemente, la talidomida, el terrible fármaco que ocasionó el nacimiento de niños mutilados, sea el recurso para volver a la normalidad a muchas de sus víctimas y a otras que, por accidente, presenten daños en sus organismos.

En efecto, según experiencias realizadas por investigadores británicos, la talidomida favorece en forma extraordinaria el tiempo de supervivencia de los tejidos injertados, con lo que el éxito de la cirugía plástica aumenta de modo considerable. Los primeros ensayos se realizaron sobre ratones en los que se intentaba realizar diversos trasplantes de piel; en algunos animales se inyectó talidomida después de la operación; otros recibieron un tratamiento de talidomida durante varios días, antes de la intervención; en un tercer grupo se sometió a tratamiento con el producto tanto al animal como al tejido que quería injertarse. En todos los casos, la talidomida mejoró, en mayor o menor grado, la implantación del tejido.

Los investigadores opinan que la talidomida constituye un agente supresor de las reacciones inmunológicas, que normalmente se presentan en un organismo cuando se le incorpora un material extraño a él. Son reacciones de tipo anafiláctico, a las que se deben multitud de fracasos en los injertos de riñón y de otros órganos.

Aunque existen diversos fármacos para paliar estas reacciones inmunológicas (algunos antihistamínicos), parece que la talidomida es la que tiene un efecto más selectivo, es decir, que suprime la respuesta inmunitaria sin dañar otros procesos vitales.

Todo ello parece indicar que la talidomida volverá a ser uno de los fármacos más interesantes de que dispone la terapéutica actual. Ya en sus primeros tiempos se pensó que era un medicamento de gran valor, pues no se conocía un tranquilizante tan eficaz y que produjese tan escasos trastornos secundarios en el paciente al que se administraba. La malformación de los fetos en las madres gestantes fue un accidente desgraciado e imprevisto por falta de antecedentes análogos. No obstante, sirvió para profundizar más en la investigación general de los fármacos y en allegar un conocimiento más completo de nuestro organismo, que beneficiará a la humanidad.



NOTICIAS DE MAÑANA

Puertas para los aviones supersónicos. — Uno de los problemas más importantes de los futuros aviones de reacción trasoceánicos radica en el ajuste de las puertas que comunican el exterior con las cabinas de los pasajeros y de la tripulación.

Como es sabido, en estos aviones supersónicos, la temperatura que alcanzan algunas zonas del fuselaje limita muchos de los objetivos que ambicionan los técnicos aeronáuticos. Cuanto mayor es la velocidad, más elevada resulta la temperatura que adquieren dichas zonas, de tal forma que la propia resistencia de los materiales utilizados en el avión requiere el mantenimiento de ciertos límites de velocidad. Así, en el "Concorde", proyectado para una velocidad de 2,2 Mach, la temperatura exterior del fuselaje se elevará hasta 150 grados centígrados, y en los análogos soviético —de 2,4 Mach— y estadounidense de Boeing —3 Mach—, los problemas de la temperatura serán aún más agudos.

Derivados de estos fenómenos, se plantean los problemas de las juntas a que antes aludimos. No se conocen materiales adaptables o plásticos adecuados para juntas que soporten con seguridad, durante meses o años, las elevadas temperaturas del fuselaje.

Muchos de los vuelos del avión experimental estadounidense X-15, que tiene una velocidad superior a 4,4 Mach, sirvieron para probar nuevos materiales de juntas; a estas velocidades, en el avión existen zonas que alcanzan temperaturas de 430°C. y, aunque la duración de tales vuelos es muy corta (unos pocos minutos), ya se han deducido importantes consecuencias. Pareciera que la solución más acertada es utilizar juntas de metal contra metal, descartándose materiales clásicos, como caucho y plásticos.

DESARROLLO DE LA ENERGÍA NUCLEAR

El 2 de diciembre de 1942 comenzó a montarse, en Chicago, la primera pila atómica del mundo, a partir de trozos de uranio natural y óxido de uranio, separados por grafito. Conforme se fue aumentando su tamaño, la pila comenzó a *hacerse crítica* y a suministrar energía. En un principio, la potencia de su energía sólo era de medio vatio, suficiente para encender una pequeña lamparilla de linterna. Diez días después, cuando aumentaron su diámetro a 8 metros, la potencia subió a 200 vatios. No se continuó aumentando, debido a la peligrosidad de la radiación. Las modernas plantas de energía nuclear son capaces de suministrar energía a razón de más de 200 millones de vatios.

Aunque el primer reactor experimental produjo una potencia que hoy calificaríamos de anormalmente baja, sirvió, al menos, para demostrar que la fisión del núcleo atómico del uranio podría suministrar energía controlable. Unos pocos átomos de la pila se escinden, espontáneamente, en dos partes pesadas, liberando energía y fragmentos más pequeños, entre los cuales se encuentran los *neutrones*. Éstos pueden ser capturados por otros núcleos de uranio y dar lugar a nuevas fisiones nucleares. Por cada fisión se liberan varios neutrones, de tal modo que, si al menos uno de los que se producen en cada fisión es capturado, una única fisión espontánea puede dar lugar a una reacción en cadena. Se tendría, así, una fuente de energía continua (aunque no ilimitada).

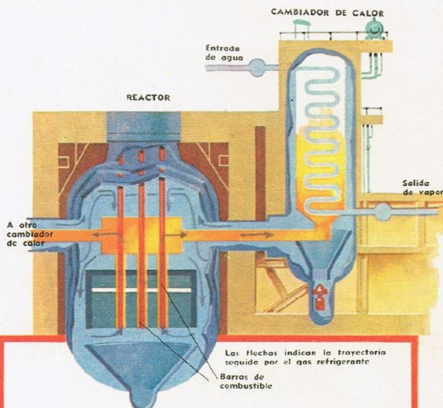
En un pequeño trozo de uranio, los neutrones se dispersan con facilidad, pues son partículas rápidas y difíciles de capturar. Cuanto mayor sea el tamaño de la pila, más grande será el número de neutrones que no escaparán de ella y que podrán ser capturados para provocar la reacción en cadena. Con un tamaño determinado, el número de neutrones que no escapan es justamente suficiente como para mantener la reacción a un nivel estacionario. Entonces, se dice que la pila, o el reactor, es *crítico*. Una disminución de tamaño haría que la reacción no tuviera lugar; un aumento brusco iniciaría una reacción en cadena explosiva, que escaparía al control humano. Las bombas atómicas se basan, precisamente, en este fenómeno.

Desde 1942 se han construido reactores de muy diversos tipos. Los primeros eran puramente experimentales. Algunos se destinaron a la producción de plutonio, para preparar bombas atómicas. Hacia la mitad de los años 50 comenzó a utilizarse a escala comercial el calor producido por reacciones nucleares, para calefacción y para obtener energía eléctrica. La energía eléctrica que consumimos se producirá cada vez en mayor proporción a partir de la energía nuclear. Actualmente, se construyen reactores pequeños, compactos, para la propulsión de barcos, submarinos y quizá también aeroplanos, cohetes y satélites artificiales.

Al diseñar un reactor, los tres problemas principales a resolver se refieren a la elección de: 1) el *combustible*, 2) el *refrigerante*, destinado a absorber la energía térmica para alimentar con ella



Los reactores nucleares comienzan a producir energía cuando alcanzan cierto "tamaño crítico". En una bomba de uranio hay dos piezas de uranio, ambas de tamaño inferior al crítico, proyectadas una contra otra, para constituir un conjunto explosivo de tamaño superior al crítico.

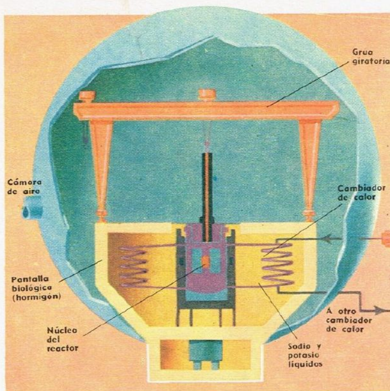


MODERNO REACTOR CON REFRIGERANTE GASEOSO

En un reactor con refrigerante gaseoso, los elementos combustibles suelen ser barras de uranio envueltas en aluminio, con aletas de refrigeración, para que el refrigerante circule en las proximidades del combustible. Si éste no se encontrara en una envoltura hermética, no podría disponerse después del combustible usado, y los peligros debidos a radiación y contaminación serían muy grandes.

Cuanto mayor es la temperatura del reactor, la trasferencia de energía al vapor y a los generadores tiene lugar con mejor rendimiento. Pero en los primeros reactores, con moderador de grafito y refrigerante gaseoso, las temperaturas no pasaban de unos 600° C, debido a las fundas de combustible y al propio combustible.

En los reactores modernos, con refrigerante gaseoso, el rendimiento es mayor porque la temperatura del núcleo es unos 200° C superior a la mencionada. Este aumento de temperatura ha sido posible gracias al empleo de óxido de uranio como combustible, y de fundas de acero inoxidable y de berilio.



El reactor rápido es compacto. El combustible es uranio enriquecido, no hay moderador y el refrigerante es una aleación 70/30 de sodio y potasio. Ésta se hace radiactiva y, por ello, debe ir encerrada en una "pantalla biológica".

los generadores eléctricos, y 3) el *moderador*, que regula la velocidad de los neutrones del reactor.

ELECCIÓN DEL COMBUSTIBLE

El uranio natural consta, principalmente, del isótopo de peso atómico 238 (uranio 238). Pero un átomo de cada 140 es de un isótopo más ligero: uranio 235. Éste se divide en dos cuando captura un neutrón, liberando energía y varios neutrones. El uranio 238 absorbe neutrones, pero no se escinde; a veces, el neutrón absorbido pasa a formar parte del núcleo, trasformándolo en el de otro elemento: el *neptunio*. Eventualmente, tras una desintegración se convierte en el núcleo del *plutonio*. Éste puede experimentar una fisión, es decir, puede *romperse*, liberando energía.
No obstante, el uranio 238 suele limitarse a absorber los neutrones, que, de otro modo, llevarían adelante la reacción en cadena. Con ello, el uranio 235 se ve privado de los neutrones que podrían activarlo. Luego, el uranio 238 constituye un estorbo en la mayor parte de los reactores; en cambio, el isótopo 235 es el que provoca y mantiene la reacción en cadena. Existen dos tipos principales de reactores: el *rápido* y el *térmico*. En cada uno de ellos se practican distintos métodos para impedir que el uranio 238 frene la reacción.
El primer reactor nuclear de 200 vatios era térmico; en él, los neutrones rápidos, procedentes de una fisión nuclear, se veían frenados por un *moderador* (barras de grafito). El grafito no captura los neutrones, pero los frena; los neutrones lentos (cuya velocidad corresponde a la temperatura del medio en que se encuentran) reciben el nombre de *neutrones térmicos*. El uranio 238 no absorbe los neutrones térmicos, mientras que la probabilidad de captura de los neutrones por el uranio 235 es mayor para los térmicos que para los rápidos.
La mayor parte de los reactores empleados para la producción de energía eléctrica, a escala industrial, son reactores térmicos.
En los reactores rápidos se emplea uranio como combustible, pero con una mayor proporción del 235. No se emplea moderador para frenar los neutrones. Al aumentar la proporción de uranio 235, pueden tener lugar más fisiones nucleares, que compensan la absorción por parte del 238. Éste absorbe, con facilidad, los neutrones rápidos, siempre que sean lo suficientemente energéticos (rápidos) como para convertir el uranio 238 en plutonio. Los reactores rápidos se emplean en la producción de energía y en la producción de nuevo combustible. De hecho, producen más combustible del que consumen. Esto no supone, como a primera vista parece, una violación de las leyes de conservación de la masa y la energía; lo que ocurre es que parte de la energía de fisión del uranio 235 se utiliza para convertir en plutonio (átomo fisible) el 238.
Los reactores térmicos son mayores que los rápidos, porque éstos no llevan moderador. Las estructuras internas de estos reactores son distintas, ya que el reactor rápido es mucho más caliente que el térmico.

REACTOR DE ENERGÍA NULA

El reactor de energía nula nunca se empleará para la producción de energía a escala comercial, porque la potencia que suministra es prácticamente nula. Es utilizado en investigaciones acerca de las características de los reactores y de la disposición de los elementos combustibles. Como su potencia es muy reducida, existe poco peligro de radiación. Los elementos combustibles se cambian fácilmente.

ELECCIÓN DEL REFRIGERANTE

El refrigerante absorbe el calor para cederlo en un cambiador de calor, donde, si lo que se pretende es obtener energía eléctrica, se calienta un vapor para accionar los generadores eléctricos.
El refrigerante se hace circular para que, después de haber entregado el calor, vuelva al reactor, a calentarse nuevamente y repetir el ciclo. Conviene usar el mismo refrigerante una y otra vez, porque se contamina de radiactividad, y el manejo de sustancias contaminadas resulta bastante costoso. Como refrigerante, suele utilizarse el anhídrido carbónico, pero el uso del agua y del agua pesada es también frecuente. Todos estos productos pueden emplearse en reactores térmicos.
Los reactores rápidos plantean problemas de refrigeración algo mayores. El reactor es, de por sí, compacto; hay poco espacio para el refrigerante, y éste debe ser de mayor capacidad térmica (aptitud para almacenar calor) y mayor conductividad térmica que los gases y líquidos utilizados en los reactores térmicos.
Para refrigerar reactores rápidos se emplean metales, como el sodio y el potasio, en estado líquido. Por su parte, estos metales plantean problemas de ingeniería, pues son muy corrosivos.

MODERADORES

Los moderadores sólo se usan en los reactores térmicos lentos. Los neutrones que salen de los núcleos de uranio 235 escindidos chocan con los átomos del moderador. Los mejores moderadores poseen dos propiedades: no absorben neutrones (que se limitan a rebotar en los átomos del moderador) y son de sustancias relativamente ligeras. Cuanto más ligeros son los átomos del moderador, mayor es la energía que ceden los neutrones al chocar con ellos; por tanto, serán necesarias menos colisiones con los átomos moderadores para alcanzar velocidades térmicas. El grafito es el moderador más usado.
En algunos reactores, el combustible se disuelve en el moderador (que también actúa como refrigerante). El combustible está formado por sulfatos o nitratos de óxido de uranio, y el refrigerante —a la vez, disolvente y moderador—, es agua o agua pesada.

CONTROL DE LA REACCIÓN

La clave de todas las reacciones nucleares en cadena reside en el flujo de neutrones. Cuando éste aumenta, la reacción se acelera (incluso puede escapar al control); cuando disminuye, la reacción puede frenarse tan aparatosamente como en el caso anterior.
Las válvulas de seguridad de los reactores nucleares son barras de boro o cadmio. Ambas sustancias absorben neutrones. Al introducir las barras, la reacción se frena; al sacarlas del reactor, se acelera.
Pero, en una reacción en cadena, las reacciones pueden tener lugar muy de prisa. Si el número de neutrones que desencadenan nuevas fisiones aumenta en sólo un 1 %, se produce tal cantidad de colisiones por segundo que el número de neutrones del reactor puede aumentar 25.000 veces cada segundo. La variación del número de neutrones debe, pues, detectarse y regularse muy rápidamente.
Tal velocidad en el aumento del número de neutrones es, virtualmente, imposible de controlar. De hecho, todos los reactores nucleares habrían explotado hace mucho tiempo, si no fuese por un pequeño 0,8 % de neutrones a los que les lleva algún tiempo desprenderse del núcleo escindido. Por término medio, este 0,8 % del total de neutrones tarda 10 segundos en ser emitido, lo que deja margen suficiente para la detección y la regulación.
Los neutrones son aún más veloces en un reactor rápido. Por ello, sorprende que el reactor rápido se controle, virtualmente, a sí mismo. Ocurre, sin embargo, que existe un equilibrio entre la velocidad de los neutrones, la temperatura del reactor y la mayor o menor facilidad con que el uranio 235 absorbe mejor los neutrones lentos que los rápidos. Cuando el reactor se calienta y los neutrones se aceleran, el uranio 235 los absorbe en menor cantidad, la reacción en cadena se detiene, el reactor se enfría, los neutrones se frenan y se restablece la situación de equilibrio.

NÚMEROS IRRACIONALES

El conjunto de los números racionales comprende no sólo los números enteros, sino también las fracciones y los decimales. Son los que se pueden definir mediante una *razón*, es decir, un número entero dividido por otro número entero. Así, por ejemplo, 4/5 es un número racional, y también lo es 1,337, pues se puede escribir así: 1.337/1.000; tanto 1.337 como 1.000 son números enteros (ambos pertenecen al conjunto de los números naturales). Empleando la notación de *pares ordenados*, 1,337 se puede representar así: (1.337: 1.000).

Los números racionales se definen tal como lo acabamos de hacer para distinguirlos de otro importante conjunto de números: los *irracionales*, que *no* se pueden definir mediante una razón. Conviene también indicar que se presentan en forma de expresiones de un número infinito de cifras significativas. π (pi) es un número irracional muy importante. Los valores 22/7 y 3,142, que se emplean en cálculos sencillos en los que interviene π, no son más que aproximaciones. π es la razón del perímetro de un círculo a la longitud de su diámetro (que no es una razón de números enteros).

Comparando divisiones de reglas graduadas se obtienen números racionales. Así, por ejemplo, con una regla graduada en centímetros y otra graduada en decímetros obtendríamos la serie de las décimas (1:10), (2:10), (3:10), (4:10)...

Pero este mismo método no permite obtener números irracionales, porque la posición de un irracional sobre una regla graduada no puede fijarse con exactitud. Un número irracional siempre es mayor que un número racional que se encuentre a su izquierda en la regla, y menor que otro que se halle a su derecha. π está comprendido entre 3,14159 y 3,14160. *Con toda seguridad*, se encuentra en dicho intervalo. Es más: un conocimiento más exacto de π nos indicaría que se halla, *con toda seguridad*, en el intervalo 3,141592 ➤ 3,141593. Pero no conseguiremos representar π sobre una regla graduada aunque conozcamos muchas cifras de dicho número, ya que consta de un *número infinito de cifras significativas*.

0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1 0

NÚMEROS RACIONALES

En la regla graduada de la figura se encuentran representados algunos de los números racionales comprendidos entre 0 y 1. Los números racionales pueden escribirse en forma de fracciones, decimales o pares ordenados.

Esta señal, bien definida, corresponde al número racional 0,75, ó 75/100, ó 3/4

NÚMEROS IRRACIONALES

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 0

π

π es un número irracional. No puede escribirse en forma de razón de dos números enteros

3,1 3,2

3,141 < π < 3,142. π está comprendido entre 3,141 y 3,142. π < 3,142 significa que π es menor que 3,142. 3,141 < π significa que π es mayor que 3,141.

CÓMO SE LLENAN LOS ESPACIOS DE LA LÍNEA DE LOS NÚMEROS

A cada número racional corresponde una señal en la línea de los números. Si en esta línea marcásemos, por ejemplo, todos los números racionales comprendidos entre 0 y 1, quedaría totalmente llena de marcas, porque el número de racionales es infinitamente grande.

La línea quedaría cubierta porque no podemos trazar las señales sin espesor (teóricamente, las señales debieran ser de espesor nulo). Quedarían espacios vacíos entre los números racionales, cualquiera que fuese el número de ellos que grabáramos. Estos espacios se "llenarían" con números irracionales. Así, pues, en la línea "completa" de los números están comprendidos el conjunto de los números racionales y el de los irracionales, independientemente del hecho —que indicábamos en el texto— de que en una regla graduada no podamos señalar con exactitud la posición de ningún número irracional.

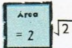
ALGUNOS NÚMEROS IRRACIONALES IMPORTANTES

π



e

$\sqrt{2}$



$\sqrt[3]{2}$



π se encuentra relacionado con el círculo y, por tanto, con cualquier clase de movimientos cíclicos o de vaivén.

e es, aproximadamente, igual a 2,178. Constituye la base de los logaritmos "naturales" o "neperianos".

1,414 no es más que un valor aproximado del lado de un cuadrado cuya área sea 2.

La raíz cúbica de 2 también es un número irracional. Su valor aproximado es 1,260.



El pico de la corneja, largo y potente, sirve para devorar gran variedad de presas: insectos, carroña, ratones de campo, fruta y grano



Pico afilado y ganchudo de un halcón (ave carnívora)



Pico grueso y fuerte, para partir semillas, del pinzón real

LOS PICOS DE LAS AVES

El pico del busardo ratonero es ganchudo y fuerte, y tiene los bordes afilados. Constituye un arma peligrosa, muy propia para separar la carne de los huesos. En cambio, es un pico que no sirve para pescar.

Por su parte, la garza, con su pico largo, fuerte y agudo, es un excelente pescador. Puede permanecer quieta durante horas y, de pronto, al divisar un pez, hundir su pico rápidamente en el agua.

Las primeras aves, hace unos 150 millones de años, no tenían pico; sus mandíbulas estaban provistas de dientes (como sus antepasados, los reptiles). Pero las aves actuales han perdido los dientes y, en cambio, poseen pico, que no es sino una capa córnea, de piel endurecida (*ranfoteca*), que cubre las mandíbulas superior e inferior.

El pico no es un sustitutivo completo de los dientes. Aunque sirve para morder, romper y triturar semillas, la masticación de la comida tiene lugar, en su mayor parte, en el interior del animal. Pero, en cambio, el pico sustituyó casi por entero las extremidades anteriores. En las aves, estas estructuras adoptan forma de alas y ya no sirven para asir, sujetar y llevar comida a la boca. En ocasiones, con ayuda de los pies, el pico tiene que escarbar, arrancar o sujetar; también interviene en el aseo y en tareas tales como la construcción de nidos y la alimentación de las crías.

La forma del pico indica cuál es el alimento predominante del ave de que se trate. Como la comida de las aves es tan variada (puesto que ingieren carne y otras sustancias, como néctar de las flores), los tipos de picos son muchos también. Las aves especializadas en la caza poseen picos afilados y ganchudos, que sirven para cortar la carne. Ya hemos mencionado, como ejemplo, el busardo ratonero. También se alimentan con carne las águilas, los halcones y las lechuzas. Las que se nutren de carroña también pueden tener el pico ganchudo, como los buitres; pero algunas presentan picos largos (ejemplos: el cuervo y el marabú). Las aves como la garza, que se alimentan principalmente de pescado, están provistas de un pico largo, en forma de daga. Así ocurre con la golondrina de mar, el martín pescador, la uría y el alcatraz. Debajo del pico largo y agudo del pelícano hay piel suelta, unida a la garganta, que puede distenderse, en forma de red profunda, para almacenar peces. El ostrero posee un pico largo, romo, verticalmente aplanado, que se adapta muy bien a las operaciones de abrir ostras, remover el barro y arrancar lapas de las rocas.

Las aves que comen semillas, como los verderones, escribanos y lúgamos, tienen picos cortos, gruesos y fuertes. Pueden partir cáscaras duras porque sus picos ejercen una gran presión, comparable a la de un cascanueces. Estos picos también resultan muy apropiados para cortar brotes tiernos. Las partes superior e inferior del pico del piquituerto están superpuestas de tal modo que puede tomar, sin dificultad, las más pequeñas semillas.

Mirlos, zorzales, estorninos y muchos otros pájaros poseen picos medianamente largos, no lo suficiente como para pescar, pero sí para hurgar en busca de gusanos, comer moluscos y gorgojos, y picar fruta blanda.

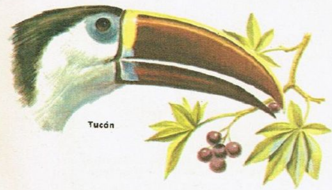
Las aves zancudas que cazan gusanos y moluscos en terrenos pantanosos poseen picos largos, lateralmente aplanados y, a veces, curvados hacia abajo. Son picos con muchas terminaciones nerviosas en la punta y, por tanto, muy sensibles. Son zancudas típicas el correlimos, el archibebe y el zarapito.

Los picos de los patos son anchos, aplas-



Pájaro-mosca

Los pájaros-mosca se alimentan del néctar de las flores. Prefieren las flores de cabeza tubular, porque en ellas pueden introducir el pico y libar el néctar con la lengua. La longitud del pico depende del tamaño de las flores con que el pájaro se alimenta.



Tucán

La longitud del pico del tucán continúa siendo un misterio. Desde luego, así puede alcanzar más fácilmente muchos frutos. El pico, que es de piel córnea sobre una delicada estructura ósea, no resulta tan pesado como parece.



Pico criba del pato cuchara



El pico del martín pescador tiene forma de daga

Los cuellos largos y flexibles de las aves hacen del pico un arma muy manejable



Pico del zarapito: largo, curvado hacia abajo, apto para "sondeos"

tados e interiormente acanalados; sirven para extraer gusanos y pequeños animales acuáticos del barro y del agua.
El caso extremo, en cuanto a este tipo de picos, es el del pato cuchara, que, como su nombre indica, tiene el pico grande, achatado, como una espátula, con formaciones cerdosas junto a los bordes, que le sirven para retener los materiales comestibles al prensar barro con el pico. Las llamadas *espátulas* también poseen picos achatados, con las puntas de la misma forma. Se mueven en el agua, con el pico a medio sumergir, atrapando cuanto comestible encuentran. La punta del pico tiene muchas terminaciones nerviosas y es muy sensible.
El mecanismo de alimentación del flamenco es único. Su pico es curvo, de tal forma que, al sumergirlo, la mitad superior es la que queda más próxima al fondo; la inferior desarrolla una acción de bombeo, que hace pasar barro y agua por ciertas ranuras que hay en la parte superior. A la lengua van adosadas unas piezas óseas en las que quedan retenidos pequeños organismos.
Las avocetas son famosas por sus picos largos, muy curvados hacia arriba. Van moviendo el pico abierto de uno a otro lado, en la superficie del agua o en las proximidades del fondo. Se alimentan de pequeños invertebrados, y de peces y anfibios también pequeños.
Los picamaderos poseen picos largos y potentes, en forma de escoplo. De hecho, el pico taladra la corteza de los árboles, y la lengua, larga y extensible, recoge los insectos que quedan al descubierto. Las aves trepadoras tienen también picos largos, pero mucho más débiles; no llegan a atacar la corteza, sino que se limitan a hurgar en sus intersticios.
Los pájaros-mosca se alimentan del néctar de las flores. Sus picos, que suelen estar curvados hacia abajo, son débiles y delgados; su longitud depende del tamaño de las flores de que el pájaro en cuestión se alimente. El pájaro-mosca revolotea sobre la flor sin cambiar de posición, e introduce su pico entre los pétalos. La lengua, a veces más larga que el pico, puede ser peluda o con punta tubular, destinada a la succión.
El tucán posee un pico enorme, de bordes aserrados; se alimenta de frutas jugosas. La gran longitud del pico le ayuda a alcanzar frutos que, de otro modo, resultarían inaccesibles; en cuanto al volumen del pico, no se ha encontrado explicación. Quizá haya logrado tal desarrollo para alcanzar frutas o capturar insectos ya extinguidos. Pudiera ser que los tucanes empleasen su pico en ceremonias amatorias (siempre tan complicadas en las aves) o como emblema para distinguirse unos de otros.
En contraste con el pico del tucán tenemos los diminutos picos de las golondrinas, los vencejos y los chotacabras. Estos pájaros capturan insectos por el simple procedimiento de volar con la boca abierta, que es, relativamente, bastante grande. Por otra parte, no tienen que asir nada con el pico, y sólo lo emplean en su aseo.
El pinzón picamaderos de las islas Galápagos esgrime un instrumento con su pico (como hace el hombre con sus manos). La "herramienta" de este pinzón es una espina de cacto; se sirve de ella para extraer insectos que se encuentran bajo la corteza de los árboles.



Inmersión del frailecillo

El frailecillo y sus congéneres (alcas y urías) se alimentan de pescado. El amplio pico del frailecillo puede llevar varios peces a la vez. El ave muerde con fuerza cada pez capturado, para que éste no pueda escapar.



Alimentación del flamenco

Así se alimenta el flamenco. Al introducir el pico curvo en el agua, la parte superior es la que queda más próxima al fondo. La inferior produce un bombeo de agua a través de las ranuras de la parte superior. La lengua se queda con los alimentos.



KIWI. Los orificios nasales se hallan en el extremo del pico



GUACAMAYO. El pico, ganchudo y robusto, puede hacer el papel de una tercera pata



La parte superior del pico, más corta, va fuera del agua

PICO-TIJERAS

La parte inferior, más larga, va dentro del agua

(Izquierda) Los orificios nasales suelen estar localizados en la mitad o en la base del pico. Pero el kiwi, que para cazar necesita el olfato, los lleva en la punta. (Centro) Los papagayos tienen la mandíbula superior unida a la base del cráneo; esto supone un fuerte punto de apoyo adicional, que no posee el resto de las aves. (Derecha) El pico-tijeras se alimenta de peces; la parte inferior del pico, que es la más larga, se sumerge en el mar. Cuando en ella se introduce un pez, la parte superior se cierra con fuerza sobre la inferior.

REACCIONES FOTOQUÍMICAS

Si se mezclan volúmenes de cloro e hidrógeno en la oscuridad, no sucede nada; pero si la mezcla se expone de pronto a una luz intensa, se produce una explosión que puede llegar a romper el recipiente que contiene la mezcla.

¿Por qué la exposición a la luz de una mezcla de gases, aparentemente inofensiva, ocasiona un fenómeno tan aparatoso? La respuesta es que tuvo lugar una *reacción fotoquímica*, o sea, una reacción química provocada o acelerada por la absorción de energía lumínica. Tanto en el laboratorio como en la naturaleza se encuentran muchos ejemplos de este tipo de reacciones. Quizá, la reacción fotoquímica más importante de todas en la naturaleza sea la *fotosíntesis*. Tiene lugar en las hojas de las plantas verdes, y trasforma el anhídrido carbónico y el agua en almidón. Este proceso depende de la absorción, por la clorofila de las hojas, de la luz del sol, y tiene como resultado un almacenamiento de la energía absorbida, en forma de energía química, en el almidón. La fotosíntesis sólo se produce en presencia de luz; disminuye y cesa a medida que ésta va desapareciendo.

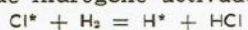
Otra reacción fotoquímica es la que ocurre al exponer a la luz una placa fotográfica. Las moléculas de bromuro de plata, de la emulsión de la película, absorben energía luminosa y se escinden en átomos de plata y bromo. El bromuro de plata puro, por sí sólo, no reacciona muy bien a la luz, pero, en presencia de un sensibilizador, como el tiocianato de alilo, adquiere una sensibilidad mucho más considerable.

Entre las reacciones que tienen lugar en la emulsión fotográfica y en la mezcla cloro-hidrógeno existe una clara diferencia. En la emulsión, cada *paquete* (cuanto) de energía luminosa escinde una sola molécula. En la mezcla cloro-hidrógeno, la reacción se efectúa en escala masiva. De hecho, se origina una *reacción en cadena*. Durante la primera etapa de la reacción, una molécula de cloro absorbe energía lumínica y se rompe en dos átomos de cloro, ricos en energía (activados):



$$Cl_2 + \text{Energía lumínica} = 2Cl^*$$

Un átomo de cloro activado reacciona, entonces, con una molécula de hidrógeno, para formar una molécula de ácido clorhídrico y un átomo de hidrógeno activado:



$$Cl^* + H_2 = H^* + HCl$$

El átomo de hidrógeno, a su vez, reacciona con una molécula de cloro, para formar ácido clorhídrico y un átomo de cloro activado:



$$H^* + Cl_2 = HCl + Cl^*$$

de manera que el proceso vuelve a comenzar otra vez.

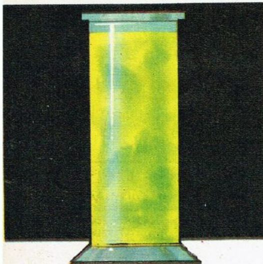
De esta forma, un único cuanto de luz puede provocar reacciones en miles de moléculas de hidrógeno y cloro. Por consiguiente, una fuente luminosa intensa, que arroja sobre el



La luz absorbida por las moléculas de cloro las hace escindirse en átomos de cloro activados. Éstos chocan con moléculas de hidrógeno e inician la reacción en cadena.

Los átomos de cloro activados chocan con moléculas de hidrógeno, produciendo átomos de hidrógeno activados y ácido clorhídrico.

Los átomos de hidrógeno activados chocan con moléculas de cloro, formando moléculas de ácido clorhídrico y átomos de cloro activados. Ahora, la reacción está en condiciones de volver a comenzar.





Si una mezcla de cloro e hidrógeno permanece en la oscuridad, no pasa nada. Si la mezcla se ilumina, el gas explota.



Fotoquímica en la naturaleza. En el proceso de fotosíntesis, la energía lumínica, absorbida por la clorofila de la hoja, se emplea para sintetizar almidón. El anhídrido carbónico del aire se combina con el agua de la hoja. Se forma almidón y se desprende oxígeno. Este proceso cesa en ausencia de luz. Si hervimos en alcohol dos hojas, una que estuvo expuesta a la luz del sol y otra que permaneció en la oscuridad, y después las introducimos en sendas disoluciones de yodo, la hoja previamente expuesta al sol se vuelve azul, lo que demuestra la presencia de almidón. La otra hoja no cambia de color.

gas un gran número de cuantos, hace que toda la masa gaseosa tome parte en seguida en la reacción.

TEORÍA DE LAS REACCIONES FOTOQUÍMICAS

Cuando comenzaron a estudiarse las reacciones fotoquímicas, se intentó conocer en qué medida ocurría una reacción química cuando los reactivos absorbían una cantidad dada de energía lumínica, pero no se encontró ninguna relación sencilla entre dichas magnitudes. Después, a raíz de la introducción de la teoría cuántica de la luz, Alberto Einstein y J. Stark propusieron la *ley del equivalente fotoquímico*. Esta ley establece que cada molécula que toma parte en una reacción fotoquímica absorbe un único cuanto de energía, pero sólo es aplicable a las reacciones primarias. Si a la absorción inicial sigue una reacción en cadena, es obvio que la energía necesaria para que las reacciones secundarias tengan lugar no procede del cuanto de luz que inició la reacción. Por tanto, la ley no se aplica a estos casos.

El *rendimiento* de una reacción fotoquímica se define como la razón

$$\frac{\text{número de moléculas descompuestas}}{\text{número de cuantos absorbidos}}$$

y es igual a la unidad cuando cada cuanto descompone una sola molécula. Si a la reacción inicial sigue una reacción en cadena, entonces puede valer 1, 2, 3 ó cualquier número entero.

En una reacción química, la primera etapa consiste en la excitación de los electrones de un átomo o molécula, a consecuencia de la absorción de energía lumínica, que se recupera cuando el átomo o molécula vuelve a su estado original, no excitado. Si esto ocurre, la energía puede liberarse, sencillamente, en forma de luz emitida por el átomo o molécula que se excitó (*fluorescencia* o *fosforescencia*), o bien trasferirse a otro átomo o molécula del gas, como consecuencia de una colisión.

Al absorber luz, algunas moléculas se limitan a romperse, y sus fragmentos se llevan la energía; por ejemplo, la molécula de ozono se escinde en una molécula de oxígeno y un átomo de oxígeno:



$$O_3 + \text{Energía lumínica} = O_2 + O$$

Hay reacciones fotoquímicas que pueden provocar la trasferencia de grupos químicos de una a otra parte de una molécula; algunas pueden dar lugar a la unión de varias moléculas para formar polímeros. Por ejemplo, si se ilumina con luz ultravioleta una disolución de moléculas de antraceno en benceno, se obtienen moléculas de diantraceno



$$\underset{\text{Antraceno}}{2\,C_{14}H_{10}} + \text{Energía lumínica} = \underset{\text{Diantraceno}}{C_{28}H_{20}}$$

EXPERIMENTOS DE FOTOQUÍMICA

Para estudiar las reacciones fotoquímicas, lo mejor es exponer los reactivos a la luz de una sola longitud de onda (luz monocromática). Suelen emplearse lámparas de descarga, que emiten luz de una longitud de onda determinada (como, por ejemplo, la lámpara de cuarzo de vapor de mercurio). También se puede usar una fuente luminosa, como la lámpara de filamento de tungsteno, que emite luz de todas las longitudes de onda, empleando, al propio tiempo, filtros de color. Éstos dejan pasar la luz de una cierta longitud y absorben el resto.

Los reactivos se colocan en una cubeta de prueba, de vidrio o cuarzo, y se iluminan. La magnitud de la reacción puede medirse de diversas maneras; por ejemplo, en la reacción entre los gases anhídrido sulfuroso y cloro

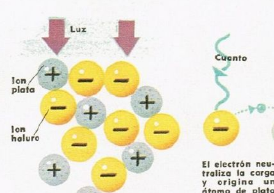


$$SO_2 + Cl_2 = SO_2Cl_2$$

por cada dos moléculas se forma sólo una y, por consiguiente, si todas las moléculas del matraz se consumen en la reacción, la presión final debe ser la mitad de la inicial. La variación de la presión del gas indica qué porcentaje de moléculas ha tomado parte en la reacción. Esta variación resulta, generalmente, muy pequeña, pero hay métodos sensibles que permiten medir pequeñas variaciones de presión. En cualquier caso, para obtener un número de moléculas activadas tan grande como sea posible se emplean fuentes luminosas potentes.

REACCIONES QUE PRODUCEN LUZ

Aunque la mayoría de las reacciones fotoquímicas consisten en la activación de un proceso químico por la absorción de luz, hay veces que la reacción trascurre en sentido inverso. En otras palabras, los procesos químicos producen emisión de luz. Por ejemplo, las reacciones químicas que tienen lugar en la luciérnaga originan luz. A estas reacciones químicas se las llama *quimiluminiscentes*. En otras reacciones, la luz que se libera es el resultado de una incandescencia o combustión, como ocurre, por ejemplo, en la reacción que tiene lugar entre el potasio metálico y el agua.



En la gelatina de una emulsión fotográfica hay iones plata (positivos) e iones haluro (negativos). Un cuanto de luz choca con un ion haluro y libera un electrón, que, eventualmente, puede neutralizar un ion plata, positivo. Se obtiene, así, una "imagen latente", formada por motas de plata, que se advierten al revelar la película.

Acción de la luz sobre el cloruro de plata. El precipitado se forma al añadir ácido clorhídrico a una disolución de nitrato de plata; luego se filtra, y el precipitado recogido se vuelve primero gris y después negro —por acción de la luz—, debido a que se libera plata metálica a partir del cloruro de plata.





SÍMBOLOS Y REPRESENTACIONES

El mapa de una determinada zona constituye una versión de ella a escala reducida. Pero no es, en rigor, dicha zona en miniatura. Esto sólo se consigue por medio de fotografías aéreas. En el mapa, una carretera que atraviesa la región está representada por una línea gruesa. También puede haber cuadriláteros en negro, para simular las casas, y cruces, para las iglesias. Al hacer un mapa, siempre se recurre a pequeños símbolos para representar los objetos reales.

Hablando en términos matemáticos, diremos que un mapa no es sino un caso particular de representación. Las matemáticas pueden emplearse como instrumento valioso para la resolución de problemas prácticos. Para resolver un problema acerca de cierto número de lápices o libros pueden emplearse los propios lápices o libros; incluso, puede resultar más instructivo hacerlo así que resolver el problema usando las reglas de la aritmética. Pero, por otra parte, no cabe duda de que la solución del problema resultaría, así, mucho más lenta y pesada. Muy a menudo, es preferible recurrir a una *representación* del problema en términos de símbolos y lenguaje matemáticos. Resulta más fácil operar con números cuando se conocen sus reglas. Así, pues, si recurrimos a las matemáticas para resolver un problema acerca de números de libros, lápices o ladrillos, estamos haciendo uso de una representación.

El mapa de una región no recoge todos los detalles que, por ejemplo, podríamos apreciar desde un aeroplano. Algunos detalles se representan y otros se desprecian, porque se consideran poco interesantes. Queremos poner de manifiesto, con este ejemplo, que una representación matemática es siempre *selectiva.* Resulta esencial aprender a distinguir entre lo que debe representarse en cada problema concreto, y los detalles que, para el problema en cuestión, carecen de importancia.

Los objetos reales reciben el nombre de *conjunto original,* y su representación, de *conjunto imagen.* (Un conjunto es una agrupación de objetos o números con algo en común.)

Hablando en lenguaje matemático: un problema comienza con el conjunto original. Al representarlo, se obtiene el conjunto imagen; se halla la solución con éste y, finalmente, hay que invertir (volver al revés) la representación, para obtener la solución real.

SÍMBOLOS DE REPRESENTACIÓN

➡ "Representado por"

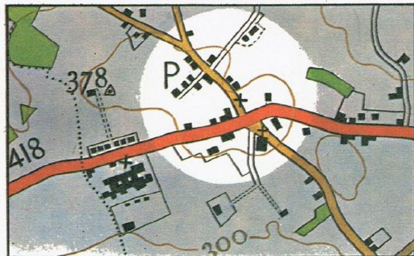
⬅ "Representación de"

{ } Paréntesis para representar conjuntos

CÓMO EFECTUAR LA REPRESENTACIÓN

Los símbolos de un mapa deben corresponderse con el original. Generalmente, en una representación matemática convendrá, quizá, disponer los objetos del conjunto imagen en columnas o tablas. Una lista racional de compras no es más que un ejemplo sencillo de lo que acabamos de decir.

Pero existe otro tipo de representación, que es el empleado por los arquitectos e ingenieros. Por ejemplo, el dibujo de la sección de un puente es una representación del puente mismo, y puede completarse incluyendo en ella las fuerzas que actúan sobre cada elemento de la estructura, para calcular las tensiones que el puente deberá soportar.



Vista aérea (arriba) con la que se confecciona un mapa (abajo). Los objetos del "conjunto original" se representan con símbolos en el "conjunto imagen". La representación indica posiciones relativas, distancias relativas, etc. Algunos objetos no se representan.

Carreteras de 1er. orden ➡

Carreteras de 2º orden ➡

Carreteras comarcales ➡

Senderos ➡

Edificios ➡

Iglesias ➡

NO SE REPRESENTAN

Luces de tráfico



Postes de iluminación

Árboles individuales

Algunos objetos no se representan, ya sea por su pequeñez o por su poca importancia.

REPRESENTACIÓN DE UN PROBLEMA

Un comerciante de coches, llamado Pérez, posee 15 coches. En una semana compra otros 5 y vende 8, 4 de los cuales son Ford. Durante la semana siguiente vende otros 4 y compra, a un comerciante amigo, otros 3. ¿Cuántos coches posee al final?

El problema se plantea en términos de número de coches. Entonces, representaremos los coches mediante números. Simbólicamente:

[coches] ⟶ [números]

Por lo que a Pérez se refiere,

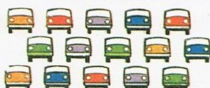
comprar ⟶ adición

vender ⟶ sustracción

+ es el símbolo matemático correspondiente a la adición; — es el que corresponde a la sustracción.

No es necesario representar el hecho de que el comerciante se llama Pérez. 4 de los coches vendidos durante la primera semana eran Ford, pero como este dato no se traduce en una variación del número de coches que posee Pérez, tampoco lo incluiremos en la representación. El hecho de que los últimos 3 coches fuesen adquiridos a un comerciante amigo constituye otro detalle intrascendente.

CONJUNTO ORIGINAL — **CONJUNTO IMAGEN**



⟶ **15** (Le corresponde) — **Existencias iniciales**



⟶ **5** — **Coches comprados la primera semana**



⟶ **3** — **Coches comprados la segunda semana.**



⟶ **8** — **Coches vendidos la primera semana**



⟶ **4** — **Coches vendidos la segunda semana**

Trabajando con el conjunto imagen (números), y recordando que comprar → + y vender → —

$$15 + 5 + 3 - 8 - 4 = 11$$

Solución: [11] . La solución se representa ahora a la inversa, para pasar al conjunto original



⟵ **11** (Símbolo "corresponde a")

La respuesta al problema es que al comerciante le quedan 11 coches, al cabo de dos semanas

EJEMPLOS DE REPRESENTACIÓN ÚTILES

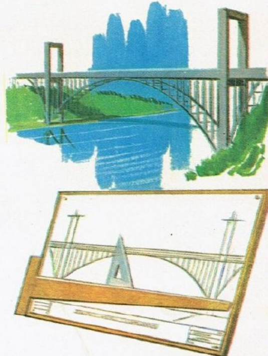


Las compras de una semana se pueden representar en una lista. El conjunto original son las propias compras. El conjunto imagen, el costo de cada artículo. La representación puede simbolizarse así

[artículos comprados] → [costo de los artículos]

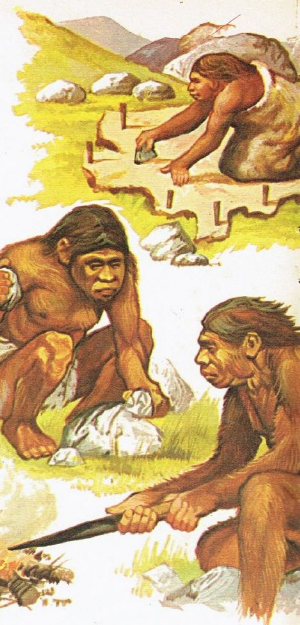
BARCELONA				
622	BILBAO			
1.312	1.086	CÁDIZ		
1.109	631	1.089	LA CORUÑA	
621	395	654	602	MADRID

Barcelona se encuentra a 622 Km de Bilbao, a 1.312 de Cádiz, a 1.109 de La Coruña y a 621 de Madrid. Bilbao se halla a 1.086 Km de Cádiz, a 631 de La Coruña y a 395 de Madrid. Cádiz está a 1.089 Km de La Coruña y a 654 de Madrid. A su vez, La Coruña se encuentra a 602 Km de Madrid. La mejor manera de sistematizar un conjunto inasimilable de datos, como el que damos, es, sin duda, una tabla.



El dibujo de un puente es una representación de él. Las fuerzas que actúan sobre los distintos puntos de la sección también pueden representarse en un diagrama adicional. Éste puede resultar particularmente útil en la solución de problemas relacionados con el diseño del puente.

EL HOMBRE DE NEANDERTHAL: UN PARIENTE EXTINGUIDO



El Hombre de Neanderthal constituye el prototipo de hombre primitivo: robusto y con aspecto de mono, pero lo suficientemente humano como para justificar por completo la denominación de *hombre*. El nombre procede del valle de Neander, cerca de Düsseldorf, en Alemania, donde en 1856 se encontraron los primeros restos estudiados.

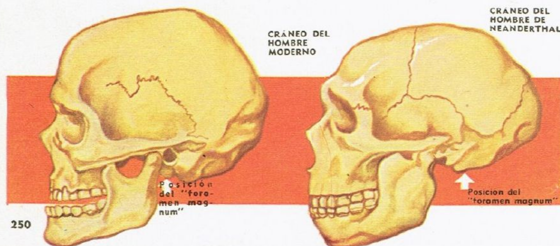
Estos restos —que consistían en un trozo de cráneo y algunos otros huesos— fueron los primeros que se reconocieron como pertenecientes al hombre fósil, si bien se demostró ya que otros fósiles hallados con anterioridad, pero que no habían sido estudiados hasta entonces, también son restos del Hombre de Neanderthal. Los restos de Düsseldorf presentan semejanzas tanto con el hombre como con los monos, y los antropólogos consideraron al Hombre de Neanderthal como una etapa de la evolución del hombre moderno a partir de los monos. Tomás Huxley, en su libro *"El lugar del hombre en la naturaleza"*, comparaba a los monos y al hombre, y demostraba cómo los fósiles, entonces recientemente descubiertos, encajaban en el esquema de evolución propuesto. Si los fósiles de Düsseldorf se hubieran descubierto aislados, podríamos haber considerado al *Homo neanderthalensis* como nuestro antepasado directo. Pero se encontraron muchos más fósiles gracias, en gran parte, a la costumbre del Hombre de Neanderthal de enterrar sus muertos, y la teoría ha tenido que ser modificada, para poder explicar todos los hechos observados.

Se han hallado restos de más de 50 *neanderthalensis*, y algunos de los esqueletos están casi completos, como el *viejo de La Chapelle*, esqueleto casi perfecto de un anciano, que se encontró en una cueva de la región francesa de la Dordogne. Todos los fósiles del Hombre de Neanderthal proceden del tercer período interglacial o de la primera parte del último glacial; por tanto, tienen una antigüedad comprendida entre los cien mil y los doscientos mil años.

Como la mayoría de los esqueletos se han encontrado en cuevas, casi inevitablemente se llegó a creer que el Hombre de Neanderthal era un habitante de las cavernas. Pero esto no es por fuerza así, porque puede ser que, simplemente, prefiriera enterrar sus muertos en cuevas o bien que los restos hayan preservado mejor en ellas. Por otra parte, los arqueólogos suelen estudiar con preferencia los depósitos de las cuevas, y nada de particular tiene que muchos de sus hallazgos se realicen en ellas. Con seguridad, el Hombre de Neanderthal entraba en cuevas e, incluso, a veces vivía en ellas, pero no hay ninguna prueba de que *siempre* lo hiciera así.

Gracias al examen de los restos de esqueletos y de los objetos y utensilios encontrados con ellos, los científicos han podido reconstruir casi totalmente su aspecto y el tipo de vida que llevaba. La altura del neanderthalensis típico apenas sobrepasaba los 170 cm., pero los huesos de las extremidades eran gruesos y pesados, lo que indica un cuerpo potente y musculoso, parecido al de los monos actuales. Suele representárselo encorvado, pero no existen pruebas concluyentes de que esto fuese así, y lo más probable es que se haya exagerado en este sentido. Los huesos de la pierna hacen pensar que se ponía en cuclillas a menudo, como muchos niños lo hacen hoy.

La cabeza debía estar más adelantada, con respecto al cuerpo, que la del hombre actual, porque el *foramen magnum* (abertura donde la columna vertebral se articula con el cráneo, y a través



Comparación de los cráneos del Hombre de Neanderthal y del hombre actual. En aquél, el "foramen magnum" estaba más atrás que en éste; por consiguiente, el cráneo tenía una posición más adelantada. Los arcos superciliares eran más abultados, y los huesos del cráneo, en general, más gruesos.



Algunas actividades del Hombre de Neanderthal. (Arriba, izquierda) Limpieza de una piel de animal, con un raspador de piedra. (Arriba) Caza de los animales salvajes que le proporcionaban alimento. (Izquierda) Pulimento de las herramientas de piedra y endurecimiento, al fuego, de las puntas de las lanzas de madera.

de la cual pasa la médula espinal) está más atrás que el de éste. Las vértebras del cuello confirman esta postura; tienen "espinas" muy grandes, probablemente para que en ellas se sujetaran los grandes músculos necesarios para equilibrar la cabeza en su posición adelantada. El cráneo era grande —con un tamaño de cerebro de unos 1.450 centímetros cúbicos, más o menos—, comparado con el tamaño medio del hombre moderno, que es de 1.350 cm^3. No obstante, la cabeza presenta ciertos rasgos primitivos. Los huesos del cráneo eran gruesos, y los arcos superciliares, bastante anchos. Su frente era pequeña, y su cráneo, aplastado. Los maxilares sobresalían, y el inferior retrocedía, gradualmente, sin formar barbilla. La forma y disposición de los dientes eran esencialmente humanas, pero de un tamaño mayor que en el hombre actual. Las superficies de los huesos y sus uniones se modifican durante la vida de cada individuo, y la magnitud del cambio (por ejemplo, la medida en que se han soldado las uniones craneanas), da una idea acerca de la edad del individuo. El estado de los huesos de los fósiles neanderthalensis indica que muy pocos vivieron hasta edad avanzada —incluso el denominado *viejo de La Chapelle* murió, aproximadamente, a los 40 años—. La falta de higiene daría lugar a muchas enfermedades, que, junto con el peligro de los animales salvajes y la muerte por inanición, especialmente en los períodos fríos, producirían muertes prematuras. Esqueletos de mujer se encuentran muy difícilmente, y entre las mujeres de la Edad de Piedra pocas parecen haber alcanzado siquiera los treinta años.

UTENSILIOS FABRICADOS POR LOS HOMBRES DE NEANDERTHAL

Los neanderthalensis utilizaban gran variedad de utensilios de piedra, hechos, en su mayor parte, de pedernal. Eran lo suficientemente distintos de los empleados en épocas anteriores, como para definir un propio período de cultura. En una cueva de Le Moustier, en la Dordogne, se han encontrado colecciones de objetos característicos de la cultura de este período de la Edad de Piedra, al que se da, por tanto, el nombre de *musteriense*, igual que al Hombre de Neanderthal.

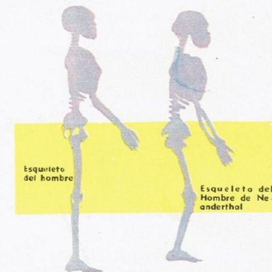
Casi todos los utensilios se hacían de esquirlas de pedernal, a las que se les afilaban cuidadosamente los bordes. Así, se obtenían instrumentos para raspar y cortar, y los hombres desollaban y cortaban con ellos los animales que habían capturado, con el propósito de obtener alimento y pieles. Algunas de las hachas de mano musterienses más antiguas tienen rasgos que indican cierto parentesco con la del período anterior (*acheulense*).

El Hombre de Neanderthal empleaba el fuego habitualmente, y quizá se servía de él con distintos fines —calentarse, alejar a los lobos y otros carnívoros, y afilar las puntas de las lanzas de madera de los cazadores—. Parece ser que los neanderthalensis utilizaron huesos rotos como utensilios y armas, aunque no hay pruebas de que lograsen perfeccionarse en el trabajo del hueso.

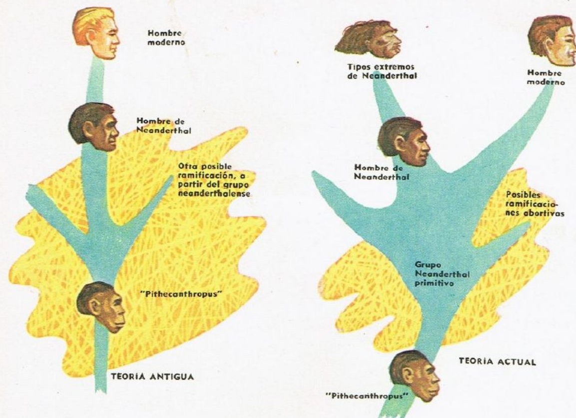
CAZA Y VIDA SOCIAL

Otros huesos encontrados junto a los del Hombre de Neanderthal dan una idea acerca de cuál era su alimentación. Muchos de los animales que cazaba eran enormes, y es obvio que el *Homo neanderthalensis* tenía que actuar en grupos para capturarlos. Jabalíes, cabras monteses, osos de las cavernas, rinocerontes e incluso elefantes formaban parte de la dieta de los neanderthalensis, por lo que se deduce de los huesos encontrados con los restos humanos. Por supuesto, todos estos animales no se pudieron cazar en el mismo período, sino en varios. Los cambios del clima determinaron migraciones de diversas especies, que así se pusieron al alcance de los neanderthalensis.

Probablemente, en la mayoría de los casos mataron los animales con las lanzas de madera afiladas al fuego, pero el hallazgo de cráneos machacados sugiere otro posible procedimiento de caza. Estos cráneos, principalmente los



Comparación de los esqueletos completos del Hombre de Neanderthal y del hombre actual. El primero, que llevaba la cabeza en posición más adelantada, no andaba totalmente erguido; no obstante, se ha exagerado su encorvamiento. Los esqueletos neanderthalensis son frecuentes en Europa, pero en África del Sur y Java se encontraron también formas semejantes.



(Izquierda) Idea antigua acerca del parentesco entre el Hombre de Neanderthal y el hombre actual. Al Hombre de Neanderthal se lo consideraba como una etapa intermedia en la evolución, desde el "Pithecanthropus" al hombre actual. (Derecha) Teoría aceptada hoy: el Hombre de Neanderthal evolucionó, probablemente, a la par que el hombre actual. En los dos casos, la evolución comienza a partir de un grupo común, por lo que el Hombre de Neanderthal viene a ser como un primo del hombre, no su antepasado directo.

de los osos de las cavernas, se han encontrado junto con algunas piedras enormes, y es probable que los neanderthalensis, situados en lugares prominentes, esperasen el paso de los osos e hicieran rodar piedras, dejándolas caer sobre ellos. Se cree que mataban los animales más grandes, como el rinoceronte y el elefante, con trampas en forma de foso.

El Hombre de Neanderthal trabajaba, al parecer, en grupos familiares de veinte individuos o más, y es poco probable que lo hubiera hecho así sin poseer algún tipo de lenguaje. Aunque la forma de su cerebro era sencilla en comparación con el del hombre actual, las regiones que corresponden a los centros del lenguaje en el *Homo sapiens* estaban, probablemente, bien desarrolladas. Así, puede suponerse que el Hombre de Neanderthal hablaba, aunque no puede asegurarse que consiguiera articular gran número de sonidos.

DISTRIBUCIÓN DE LOS NEANDERTHALENSIS

Los restos de los neanderthalensis típicos se hallaron en zonas extensas de Europa, y en las regiones vecinas de Asia y África del Norte. Pero el tipo neanderthaloide no queda, de ninguna manera, confinado a estas zonas. El *Hombre de Rhodesia,* cuyo cráneo y otros huesos fueron hallados en Broken Hill (Rhodesia del Norte), en 1921, está relacionado, de manera muy clara, con el Hombre de Neanderthal, aunque existen algunas diferencias en la estructura de los huesos de las extremidades. Por razones geológicas, se tiene la seguridad de que el Hombre de Rhodesia vivió en una época posterior a la de los neanderthalensis típicos. Las armas de piedra encontradas junto con él son de tipo más primitivo que los utensilios musterienses de Europa, pero este hecho no tiene gran trascendencia, porque aquellas culturas tardaron algún tiempo en extenderse, y en cierta zona seguían utilizándose objetos primitivos durante siglos, cuando ya no se usaban en otras.

Los cráneos del *Hombre de Solo* (*Homo soloensis*) —encontrados en los depósitos de la última glaciación que hay en las orillas del río Solo, en Java— presentan también diversas semejanzas con los neanderthalensis, aunque no están lo suficientemente completos como para poder hacer comparaciones detalladas. Es probable que tanto el Hombre de Rhodesia como el de Solo fuesen simples variantes del tipo neanderthalense.

PARIENTES DEL HOMBRE DE NEANDERTHAL

Hemos visto que los hombres del tipo neanderthalense estaban muy difundidos durante el tercer período interglacial y la primera parte del último glacial. Los fósiles procedentes de períodos anteriores presentan semejanzas tanto con los neanderthalensis como con el *Pithecanthropus,* más antiguo, del pleistoceno medio. Parece que el Pithecanthropus se trasformó en el tipo neanderthalense corriente durante la última parte del pleistoceno. Cuando se estudiaron los primeros fósiles neanderthalensis se supuso que aquellas criaturas eran una etapa en la evolución del hombre actual; si no se hubieran hecho posteriores descubrimientos, es posible que nosotros mantuviéramos aún dicho punto de vista, porque los fósiles de Düsseldorf presentan rasgos mixtos de mono y de hombre. Sin embargo, ahora creemos que los neanderthalensis no eran sino "primos" del hombre actual, y hay gran número de datos que confirman esta suposición.

Los primeros fósiles de neanderthalensis conocidos datan sólo de hace unos 200.000 años, aunque había criaturas anteriores a esta época, como el *Hombre de Swanscombe,* que ya presentaban caracteres modernos. El cerebro del neanderthalense típico era mayor que el del hombre actual y resulta muy poco probable que se redujera posteriormente, durante su evolución. Otro hecho muy importante es que los últimos neanderthalensis iban siendo cada vez más pesados, con mandíbulas y arcos superciliares más desarrollados, por lo que parece improbable que pudiera trasformarse en el *Homo sapiens.* Todo lo anterior es totalmente opuesto a lo que cabría esperar si los neanderthalensis fueran los antepasados directos del hombre actual. Por último, los neanderthalensis se vieron desplazados muy bruscamente, en Europa, por un moderno tipo de hombre. No hubo un cambio gradual, como debería haber ocurrido si uno hubiese evolucionado a partir del otro. En los depósitos de utensilios, los musterienses se vieron remplazados, de pronto, por los *auriñacienses* del *Hombre de Cro-Magnon,* que tuvo que llegar a Europa procedente de alguna parte y que exterminó o expulsó a los neanderthalensis. En otras partes del mundo, éstos fueron, probablemente, desplazados un poco después, completándose así la evolución del hombre, en lo que respecta a sus caracteres físicos.

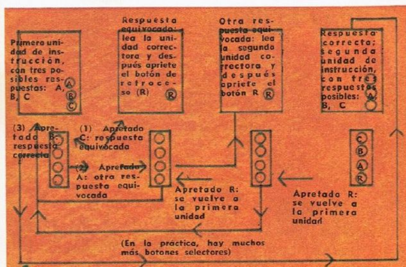
Se cree que el tipo *Pithecanthropus* se trasformó en el Neanderthal, pero que, antes de que las características neanderthalensis típicas hubieran evolucionado, la línea se dividió en dos. Una rama condujo a los neanderthalensis últimos, y la otra al *Homo sapiens,* por lo que el Neanderthal típico no puede tomarse como un antepasado directo del hombre actual: pertenece a una rama lateral de la evolución, que murió sin dejar descendientes.

MODERNAS TÉCNICAS DE ENSEÑANZA



Interior de una máquina de enseñanza (adiestramiento). En la película hay un curso completo o lección, que se hace pasar por el sistema óptico de proyección; éste, a su vez, lo proyecta sobre la pantalla, como unidad de enseñanza. El avance o retroceso de la película depende del botón del panel de control que se haya apretado.

Como consecuencia del desarrollo de la técnica, cierto número de tareas que habitualmente realizaba el hombre —número que se acrecienta cada vez más— se llevan a cabo por medio de máquinas. En las fábricas y talleres, la automatización sustituyó las manos y remplaza, progresivamente, el cerebro en gran número de trabajos tediosos y que requieren exactitud. Con frecuencia, una máquina puede hacer cierto trabajo no sólo con mucha mayor rapidez que un hombre, sino, en general, con mayor precisión.
Lo dicho es especialmente cierto en el caso de las calculadoras aplicadas al comercio, la industria y la investigación. Miles de cálculos rutinarios, que habrían necesitado una legión de matemáticos para efectuarlos en un tiempo razonable, pueden hacerse en pocos minutos y con toda exactitud usando una calculadora. Por consiguiente, no debe sorprendernos que se empleen técnicas modernas, muy mecanizadas, en uno de los problemas más importantes de la actualidad: la enseñanza e instrucción de estudiantes en las escuelas y en las divisiones de entrenamiento de la industria.
En general, las técnicas aplicadas hasta ahora no requieren equipos enormes ni complicados. Estos equipos sirven para ayudar al profesor, permitiéndole realizar su trabajo mucho más rápido y eficazmente, pero no para sustituirlo, puesto que aquél es todavía imprescindible. Desde el punto de vista de los estudiantes, los nuevos métodos facilitan la asimilación y retención de los temas.



Rutina de las máquinas de enseñanza. El estudiante lee la primera unidad de instrucción, que va seguida de una pregunta. Se le da una serie de respuestas posibles, y él aprieta el botón que corresponda a la respuesta que cree correcta. Si la respuesta es la adecuada, pasa a la unidad siguiente. Si no lo es, lee la unidad correctora y vuelve otra vez a la primera.

AUXILIARES VISUALES DE LA ENSEÑANZA

En las escuelas y salas de conferencias hay proyectores y equipos cinematográficos. Muchos profesores preparan y emplean sus propias diapositivas. En las salas de conferencias, uno de los últimos adelantos consiste en el uso de equipos de *televisión de circuito cerrado*, lo que resulta de gran utilidad, especialmente en la enseñanza de la medicina. Siempre ha sido difícil explicar operaciones, porque el cirujano que enseña tiene que realizar la operación sin ninguna traba y sin ser distraído por los estudiantes. Si se emplea la televisión de circuito cerrado, una cámara, colocada a cierta distancia, puede enfocar (por medio de una lente adecuada) la mesa de operaciones. La imagen se trasmite a una sala de proyección adyacente, con lo que los estudiantes pueden ver muchísimo mejor los detalles de la operación, sin estorbar al cirujano.
La lección televisada puede filmarse y guardar para su futuro estudio. En algunos hospitales de enseñanza se emplea la televisión en color para televisar este tipo de lecciones, lo que supone, como es obvio, grandes ventajas.

MÁQUINAS QUE ENSEÑAN

El auxiliar más revolucionario que se está introduciendo ahora es, quizá, la *máquina que enseña*. El estudiante maneja fácilmente este

dispositivo. Se sienta delante de una caja no muy distinta a una pantalla de televisión. Sobre el panel frontal hay una pantalla y una serie de botones con leyendas. Al apretar el botón adecuado, aparece sobre la pantalla la primera *página* (o unidad de información). El estudiante aprende el tema y, si desea fijar con detalle alguna de las cuestiones, deberá emplear lápiz y papel. Al final de la primera de dichas unidades hay una pregunta sobre el tema, junto con una serie de posibles respuestas, cada una de las cuales está marcada con una letra (*A, B, C,* etc.). El estudiante debe elegir la respuesta que considere adecuada, y después apretar el botón con la letra correspondiente. Cuando efectúa esto, desaparece de la pantalla la primera unidad, que es sustituida por la segunda. En el caso de que la respuesta elegida no sea la correcta, aparece la explicación en la segunda unidad, que, además, ordena al estudiante que retroceda (esto se efectúa apretando el botón *retroceso*) y elija otra respuesta. Si escoge de nuevo una respuesta equivocada, hay una segunda unidad de información correctora, que explica por qué es incorrecta la segunda respuesta. Cuando la contestación es adecuada, aparece la segunda unidad y se repite el proceso de instrucción y selección de respuestas.

De este modo se consigue una secuencia de contestaciones correctas y concluye la lección. La máquina, que permanece cerrada con llave, comprende un contador de errores, que indica al profesor las veces que ha sido accionado el mecanismo de "retroceso". Aquél puede averiguar, así, cuáles fueron los estudiantes de cada clase que encontraron especiales dificultades en una lección —un elevado número de retrocesos indica una gran dificultad.

Este método de enseñanza supone diversas ventajas, siendo la más importante que el profesor puede localizar rápidamente a los estudiantes que encuentran las mayores dificultades (en una determinada lección) y, así, dedicarles una atención especial. Otra ventaja consiste en que, como cada máquina es, prácticamente, un tutor individual, permite al estudiante ir a su propio ritmo. El estudiante más rápido no se ve forzado a seguir al más lento, ni éste está obligado a ir a un ritmo mayor que el que su capacidad le permite.

Además, algunos sicólogos creen que el "premio" que se recibe —el estudiante está siendo recompensado cada vez que contesta correctamente, al permitírsele pasar a la siguiente lección —anima en su trabajo al estudiante. Éste no es un punto de vista general, pero muchos profesores piensan que las máquinas que enseñan son auxiliares de gran valor, si bien su máxima utilidad se logra con la ayuda de educadores adiestrados. De cualquier forma, la calidad de la enseñanza depende siempre, en su mayor parte, de la calidad de la lección que se sigue con la máquina.

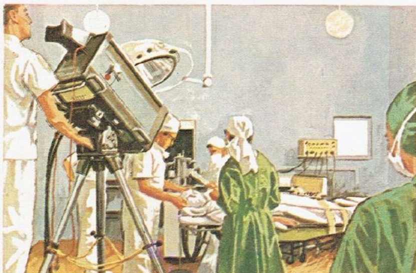
El fundamento de la máquina es, en sí, extraordinariamente sencillo. En el *Autotutor*, cada unidad de instrucción está impresa en una cinta de cine corriente, y la imagen de ésta se proyecta, por medio de un sistema óptico, sobre una pantalla de vidrio esmerilado.

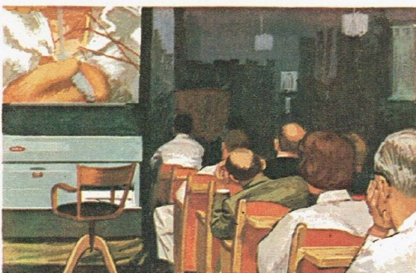
En cada cinta hay una lección completa. Cuando se quiere aprender otra lección, no hay más que introducir en la máquina una nueva cinta, lo cual no resulta particularmente difícil. Al pulsar uno de los botones, el carrete se desplaza, avanzando o retrocediendo, impulsado por un motor que lleva la máquina a tal efecto. El número de imágenes que pasa el carrete, así como la dirección en que lo hace, depende del botón que se apriete. Si apretamos, por ejemplo, el botón de retroceso, la película se vuelve a enrollar, hasta el esquema de la lección anterior.



Puesto de control en un laboratorio de lenguaje. El profesor puede hablar con cualquiera de las cabinas, y grabar en cualquiera de los magnetófonos de los estudiantes.

Televisión de circuito cerrado en un quirófano: la cámara puede situarse a cierta distancia de la mesa de operaciones, para que no estorbe al cirujano. La operación se observa en una sala contigua.





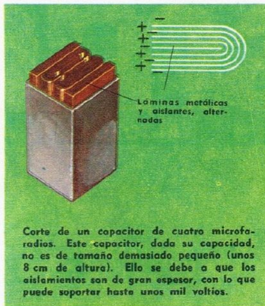
LABORATORIOS DE LENGUAJE

Las máquinas de enseñanza pueden abarcar una enorme cantidad de temas. Probablemente, sean aplicables, sobre todo, a materias científicas y técnicas, pero también en otros temas tienen grandes ventajas sobre los libros de texto que se emplean en forma corriente. En la enseñanza de idiomas modernos no hay ninguna duda acerca de que los métodos más eficaces resultan aquellos donde las lecciones son más audibles que visuales. Se ha comprobado que el mejor método para aprender un idioma es seguir el mismo camino que se utilizó con la lengua materna: aprender y repetir frases, en lugar de leerlas y escribirlas.

Este método se lleva a efecto en los *laboratorios de lenguaje*. La parte fundamental del equipo que se utiliza es un magnetófono de dos canales. El profesor graba una frase en el canal principal, y el estudiante responde. Puede ser, por ejemplo, que tenga que repetir la frase del profesor para practicar la pronunciación. La respuesta del estudiante se graba en el segundo canal. El estudiante puede volver a poner las dos grabaciones —la del profesor y la suya— y comparar, así, ambas pronunciaciones. Puede también grabar y borrar su grabación varias veces, hasta que sea correcta, pero no puede borrar la grabación del profesor.

Este método está empezando a ser adoptado en muchas escuelas. El "laboratorio" completo consta de un puesto de control central y cierto número de puestos (cabinas) de estudiantes. Por medio de un conjunto de micrófonos, el profesor puede hablar con todos los estudiantes a la vez o con cada estudiante por separado. Además, puede grabar su voz en el canal principal de cualquiera de las máquinas grabadoras de los estudiantes. Debemos insistir, una vez más, en que, por este procedimiento, el profesor puede utilizar el tiempo ahorrado para ayudar a los estudiantes que necesitan mayor atención.

CAPACIDAD: EL FARADIO

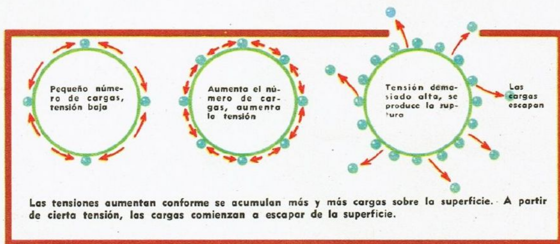


Corte de un capacitor de cuatro microfaradios. Este capacitor, dada su capacidad, no es de tamaño demasiado pequeño (unos 8 cm de altura). Ello se debe a que los aislamientos son de gran espesor, con lo que puede soportar hasta unos mil voltios.

A la *facultad* que posee un cuerpo de almacenar cargas eléctricas en su superficie se le da el nombre de *capacidad*. El almacenamiento de carga se puede comparar al almacenamiento de agua por un recipiente. Cuanto más líquido se almacene, mayor será la presión en la base de éste. Análogamente, cuanto mayor sea la carga sobre la superficie, mayor será el *potencial eléctrico*.

Sin embargo, la capacidad eléctrica difiere de la capacidad de un recipiente de agua en que da cuenta no sólo de la *magnitud* de la carga, sino también de su *presión*. (Un recipiente alto y estrecho, de un litro, posee la misma capacidad que otro chato y ancho, también de un litro, aunque los niveles que alcanza el líquido en ambos, cuando están llenos, son distintos.)

Si una corriente de un amperio (amp.) pasa por un circuito durante un segundo, la carga eléctrica total que ha pasado es de un *culombio*. Quizá, esta magnitud no sea muy grande, pero si lográsemos almacenarla en una esfera metálica de dos metros de diámetro, ésta alcanzaría un potencial de 9.000 millones de voltios. De hecho, no sería posible almacenar tal carga (porque el potencial es demasiado alto) y se produciría una ruptura del aislamiento del aire circundante mucho antes de alcanzarla. (Sería algo así como intentar introducir varios miles de litros en un recipiente muy largo, de un centímetro de diámetro. El nivel tendría que ser de varios kilómetros y daría lugar, sobre el fondo, a una presión que el vidrio no podría soportar.)



Las tensiones aumentan conforme se acumulan más y más cargas sobre la superficie. A partir de cierta tensión, las cargas comienzan a escapar de la superficie.

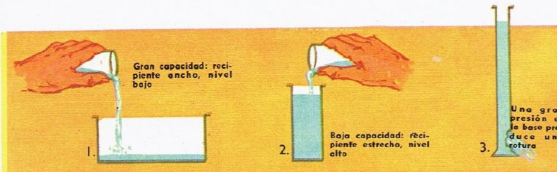
La posibilidad de que el potencial se eleve a unos 9.000 millones de voltios puede expresarse también diciendo que la capacidad de la esfera es una nueve-mil-millonésima de *faradio*. Una capacidad de un faradio es la que puede almacenar una carga de 1 culombio, cuando el potencial es de 1 voltio. Pero esta unidad resulta demasiado grande. Se necesitarían 9.000 millones de esferas de dos metros para alcanzar la capacidad de un faradio (o una única esfera de unos veinte millones de kilómetros de diámetro). Sería una esfera mayor que la Tierra (cuya capacidad no es más que de una milésima de faradio).

El potencial que adquiere una superficie al cargarse es debido a que las cargas de igual signo se repelen, con lo que surge un estado de tensión. Cuantas más cargas haya sobre una superficie, más próximas se encontrarán y mayor será la tensión. Si se va aumentando la carga gradualmente, llegará un momento en que la tensión será tan alta que las cargas escaparán de la superficie (o, dicho de otro modo, la tensión superará la resistencia del aire circundante).

En radio y en electrónica, en general, se emplean los llamados *capacitores*. En estos artificios se efectúa el almacenamiento de cargas, pero no mediante esferas, sino con placas o láminas metálicas. En su forma más sencilla, un capacitor consta de dos placas enfrentadas, con una pequeña separación entre ambas. Una placa se hace positiva y la otra negativa, y las cargas se mantienen en posición mediante el campo eléctrico que existe entre ellas.

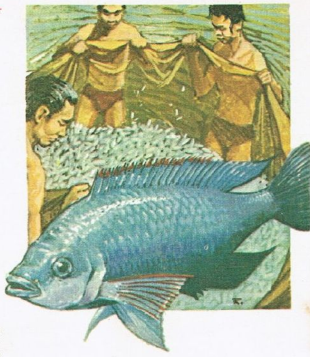
Los capacitores de placas poseen una capacidad mucho mayor que las esferas metálicas. Un capacitor que cabe en una mano puede equivaler a una esfera de varios kilómetros de diámetro. Los más empleados son los de capacidad comprendida entre la millonésima de millonésima de faradio (o *picofaradio*) y la diezmilésima de faradio (este último equivaldría a una esfera de unos 600 km. de diámetro).

Los capacitores de gran capacidad pueden emplearse para suministrar corrientes muy grandes (gran velocidad de descarga) durante intervalos muy pequeños. Se usan también en investigaciones atómicas, para obtener grandes impulsos de tensión.



El almacenamiento de cargas eléctricas se puede comparar con el almacenamiento de agua en un recipiente. (1) Una gran capacidad puede almacenar carga (agua) con una presión eléctrica baja. (2) La misma carga se puede almacenar a mayor presión con una capacidad baja. (3) Cuando la presión es demasiado alta, el aislamiento se rompe.

EXPLOTACIÓN DE LOS MARES



El "Tilapia", pez de agua dulce de rápido crecimiento, constituye una fuente importante de proteínas.

Hasta hace algunos milenios, el hombre no era más que un cazador. Sólo a partir de la Revolución Neolítica (hace unos 7.000 años) comenzó a dedicarse a la agricultura. Al cultivar la tierra, le fue posible aumentar sus disponibilidades de comida, sin tener que trasladarse, por ello, de un lado a otro continuamente. Pero, por lo que a los mares se refiere, no ha pasado de ser un cazador. Atrapa peces y otros animales, pero hace muy poco por impulsar su crecimiento y por obtener una producción continuada. Aparte de verter aguas de desecho en el mar, el hombre no hace más que extraer cosas de él. Aunque los recursos del mar resultan enormes, no son inagotables; de hecho, algunos bancos de pesca se encuentran casi agotados ya. El aumento de las necesidades de alimentación —especialmente de proteínas— en el mundo actual supone una demanda creciente con respecto al mar, que será necesario atemperar por medio de una explotación racional. La mentalidad del pescador tendrá que cambiar, para pasar a ser la de un granjero, en lugar de un cazador. Durante siglos se han cultivado ostras y otros moluscos, pero los problemas que presentan los peces son más complejos. Pueden ir de un lugar a otro y no se limitan a las aguas territoriales. Para explotar los mares será necesaria, pues, la cooperación internacional.

Todos los seres vivos del mar dependen, en último extremo, de las pequeñas plantas unicelulares que componen el *plancton*. Estos pequeños organismos flotan en las capas superficiales del océano, a las que llega luz suficiente. Los organismos individuales son microscópicos, pero tan numerosos que su masa total supera la de la vegetación terrestre. Los pequeños animales planctónicos, tales como las larvas de cangrejo y los camarones, se nutren de estas plantas y, a su vez, constituyen el alimento de pequeños peces, como los arenques. Los peces mayores devoran a los más pequeños, etcétera (cadenas alimenticias).

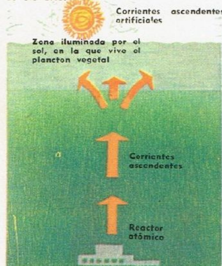
Muchos de los organismos del plancton mueren sin que los devoren. Sus "cadáveres", junto con los excrementos de otros seres vivos, caen al fondo del mar, donde son aprovechados por toda una serie de animales de las profundidades —gusanos y moluscos, especialmente—. Los habitantes de las profundidades son cazados por las estrellas de mar, los erizos de mar y muchos peces.

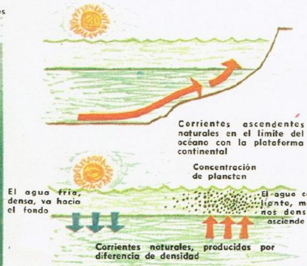
El plancton vegetal (*fitoplancton*), del que se alimentan todos los demás organismos, depende, a su vez, de que haya o no cierta cantidad de sales minerales a su disposición. Cuando éstas faltan, el tamaño y el número de los animales disminuye. Esto se comprueba muy bien en las regiones tropicales, donde las capas superficiales templadas no se mezclan con las profundas. La población, de plancton y otros animales, no suele ser tan abundante en las regiones cálidas como en las frías, pues, en aquéllas, las capas superficiales escasean en minerales vitales. Los terrenos de pesca más importantes se encuentran en regiones más frías —donde el agua helada descendente obliga a subir a las inferiores, más ricas—, o con riberas sumergidas, que producen corrientes ascendentes. En estas regiones, el plancton y los demás organismos florecen debido a la abundancia de minerales. Los peces son mayores en las desembocaduras de los grandes ríos —fenómeno que cabe asociar a los materiales de desecho que éstos llevan al mar.

Se han hecho algunos ensayos, echando fertilizantes al mar y a estanques con peces. Los resultados son prometedores en términos de un mayor tamaño de los peces obtenidos, pero, en todo caso, el método no podría emplearse más que en zonas limitadas, donde las corrientes no dispersen demasiado los minerales. Otro método que se ha sugerido consistiría en la instalación de bombas en el fondo del mar, accionadas por energía nuclear; producirían corrientes ascendentes de agua rica en sales, dando lugar, con ello, a una productividad mayor.

Estos métodos para aumentar la concentración de sales minerales favorecerían el crecimiento de todos los organismos, no sólo de los peces. Para cierta cantidad de fertilizante añadido, la ganancia de pescado extra sería baja, porque en el mar, y especialmente en el fondo, hay una gran competencia por la obtención de alimentos. La eliminación de algunos de los competidores podría ser una de las características de la futura explotación del mar. En la actualidad, las estrellas de mar, que se emplean como comida para animales o como fertilizante, se eliminan ya, metódicamente, de los bancos de ostras.

El plancton vegetal de las aguas superficiales depende de las sales minerales que vienen de las profundidades. Las corrientes naturales ascendentes podrían suplementarse instalando reactores atómicos en lugares escogidos. Al ser menos densa, el agua caliente, en torno al reactor, se elevaría.

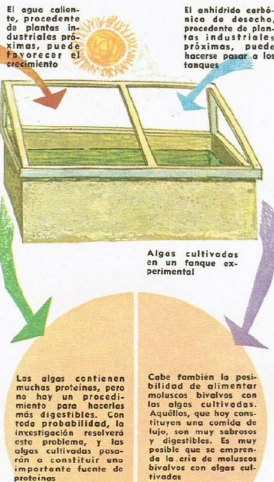




LAS ALGAS COMO ALIMENTO

En los eslabones de las *cadenas de alimentación marinas* se pierde gran parte del material nutritivo en la formación de esqueletos y otras sustancias no alimenticias. Esta pérdida puede evitarse *cosechando* en una etapa previa de la cadena; muchas de las

investigaciones se encaminan a este objetivo. Algunas algas de agua dulce han sido ingeridas por voluntarios como suplemento a su dieta. Las algas (*Chlorella* y *Scenedesmus*, en particular) contienen muchas proteínas, pero se digieren mal. Cantidades superiores a unos 100 gramos por día provocan vómitos, y esta cantidad sólo se toleraba mezclada con otros alimentos. Si se descubre el modo de mejorar su aroma y de hacerlas más digestibles, las algas (de agua dulce o marinas) desempeñarán, sin duda, un papel importante en la economía de los países deficitarios en proteínas.



En el cultivo de las algas se aplican técnicas bastante modernas. Tanto las de agua dulce como las marinas se crían en grandes tanques. Se añaden fertilizantes nitrogenados y fosfatados para favorecer el crecimiento, y, a veces, se bombean gases procedentes de plantas industriales. Éstos hacen aumentar el contenido de anhídrido carbónico en el agua y, por tanto, dan lugar a un crecimiento adicional. Para favorecer el crecimiento, también puede emplearse el calor excedente de una planta industrial.

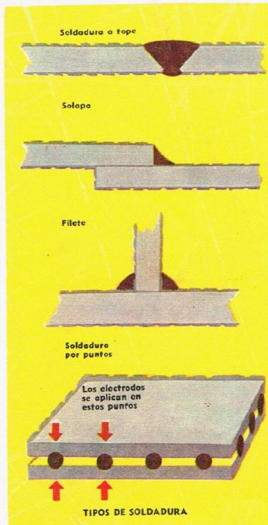
La "cosecha" presenta algunas dificultades. Las pequeñas células tienen que ser extraídas eficientemente del agua y, después, secadas o congeladas rápidamente. La liofilización (desecación por enfriamiento) sería quizá el método más adecuado, pero resulta prohibitivo por su costo. Estas dificultades, unidas al hecho de que las algas no son, por ahora, aceptables como alimento, hacen que resulte más interesante la cosecha indirecta. Hay muchos animales —especialmente los moluscos bivalvos— que se alimentan filtrando agua y quedándose con las pequeñas partículas que ésta lleva en suspensión. Podría muy bien ocurrir que el cultivo de las algas se viera asociado a una cría creciente de los moluscos. Estos últimos proporcionarían una fácil cosecha y un rico aporte de proteínas aceptables.

CRÍA DE PECES EN ESTANQUES Y LAGOS

La cría de peces en estanques no es nada nuevo. Los antiguos egipcios criaban *Tilapias* hace unos 4.000 años. Los chinos y otros pueblos asiáticos también han criado peces durante siglos —en especial, carpas y *Tilapias*—. Los enormes lagos creados con fines hidroeléctricos podrían ser el lugar ideal para la cría de peces, lo mismo que los grandes lagos naturales del África oriental. El fundamento sería el mismo que el de la cría de peces marinos: adición de fertilizantes para favorecer el crecimiento de alimentos vegetales. No obstante, muchas de las desventajas de la cría de peces marinos no se presentan en los lagos; los peces están relativamente confinados, y un lago se puede poblar de especies útiles y de rápido crecimiento. La *Tilapia esculenta* y la *T. variabilis* desempeñan un papel importante en las investigaciones con agua dulce del África oriental, y puede que contribuyan en buena medida al aumento de la producción de proteínas en dicho continente.

Plancton vegetal flotante. Casi todos los animales marinos, en última instancia, dependen de él

Las pequeñas plantas flotantes de las aguas oceánicas superficiales, iluminadas por el sol, constituyen el punto de partida de casi todas las cadenas alimenticias del mar. Directa o indirectamente, nutren a la mayor parte de los animales marinos.



SOLDADURA DE METALES

En otros tiempos, cuando la reja de un arado se rompía, era reparada por medio de la *forja*. Se calentaba el metal al fuego y, una vez puestos al rojo los bordes, se los unía golpeando fuertemente con el martillo. Así, la unión resultaba casi tan fuerte como el metal original. No obstante, la soldadura por forja es un proceso muy lento, y en casi todas partes ha sido superado por técnicas modernas. Los métodos nuevos presentan dos grandes ventajas: son más rápidos, y el equipo puede llevarse al lugar donde habrá de verificarse la reparación.

La soldadura es el proceso mediante el que se unen metales por calentamiento, aplicando, o no, una presión adicional. El metal se calienta hasta que alcanza su punto de fusión; los bordes a unir funden juntos, y, cuando el metal se enfría, lo hace en una pieza. A veces, para unir dos piezas se emplea un metal de aporte, de composición análoga. El calor se obtiene de la combustión de un gas (hidrógeno o acetileno) o por un método eléctrico.

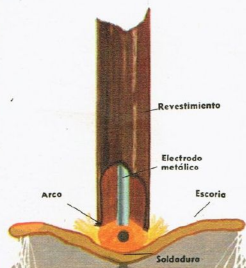
El corte de metales se puede efectuar mediante un proceso muy parecido al de la soldadura. Por medio de calor (que procede, normalmente, de la combustión de un gas), se provoca la fusión del metal en todo su espesor, y el trozo fundido (o sus óxidos) se elimina antes de que las dos piezas puedan unirse de nuevo. En la industria, estos métodos de soldadura y corte son muy frecuentes por su rapidez y bajo costo. Entre los metales que se trabajan de esta manera tenemos el hierro, el acero, el aluminio, el níquel y el cobre.

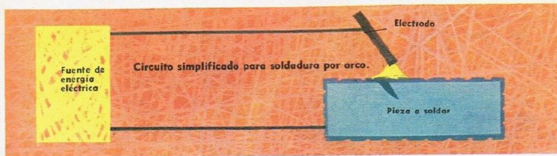
Soldadura a gas. Obsérvense la barra de soldadura (material de aporte), los dos tubos que alimentan el soplete —uno con oxígeno y otro con gas— y la ropa especial del operador.

SOLDADURA POR ARCO

Actualmente, este método es empleado en todo el mundo, en la mayor parte de las operaciones de soldadura. Se hace "saltar" una corriente eléctrica de un electrodo al metal. La temperatura del arco es muy alta (de unos 3.500°C) y los metales se funden.

Soldadura con electrodo revestido. El electrodo metálico forma la soldadura, que queda protegida por la escoria a que da lugar la fusión del revestimiento.





Normalmente, el electrodo es de composición análoga a la del metal a soldar (metal base). El calor del arco funde el electrodo, y pequeñas gotas de metal fundido se ven obligadas a describir la misma trayectoria que el arco, no cayendo por gravedad; así, la soldadura puede efectuarse en cualquier posición. Los electrodos se consumen y hay que ir reponiéndolos continuamente; en equipos automáticos, el electrodo adopta la forma de cable metálico arrollado a una bobina.

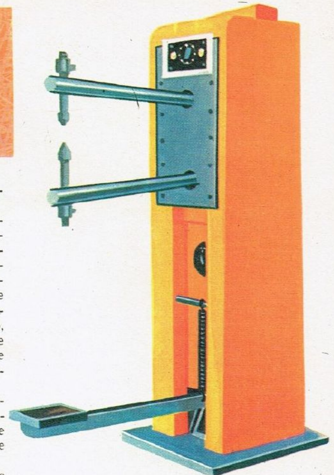
Aunque se puede efectuar una soldadura con un electrodo metálico desnudo, los trabajos de calidad exigen que éste y el arco queden protegidos. Los más usuales son los electrodos con revestimiento. Este desempeña varias funciones, y puede ser de materiales tan diversos como la celulosa, el rutilo o el hierro en polvo. El revestimiento aisla eléctricamente el electrodo y, al fundirse, constituye una protección gaseosa o líquida del arco y la soldadura. Así, se impiden la oxidación y otras contaminaciones ambientales, obteniéndose soldaduras de calidad.

Con este objeto, también se emplean el anhídrido carbónico y algunos gases inertes, como el helio o el argón; el anhídrido carbónico sólo se puede emplear con el acero. La soldadura con gases inertes proporciona uniones limpias, sin escoria.

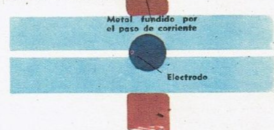
En soldadura también se emplean electrodos que no se consumen. Por supuesto, no contribuyen más que térmicamente, y para efectuar la unión hay que introducir un metal en el arco. Sólo el carbón y el volframio poseen puntos de fusión suficientemente altos para poderlos emplear en este caso; sin embargo, el primero no suele usarse, porque se evapora poco a poco. Con electrodos de volframio resulta esencial una protección de gas inerte.

Existe una variante de este último método, que consiste en emplear dos electrodos de carbono. El arco salta entre ellos y se aplica a la pieza a soldar; hace falta, además, un material de aporte.

Con la mayor parte de los metales suele emplearse corriente continua. Conviene que la pieza a soldar sea el terminal positivo del arco, porque es en éste donde se genera una mayor cantidad de calor. No obstante, con metales como el aluminio hay que usar corriente alterna. Se forma una película de óxido en el terminal positivo, pero desaparece cada

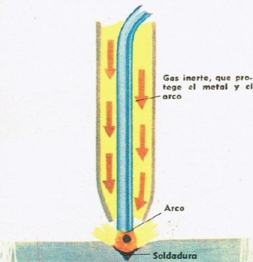


Máquina de soldadura por resistencia. Al oprimir el pedal, los electrodos se unen para efectuar la soldadura.

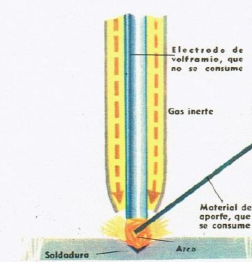


Fundamento de la soldadura por resistencia. Los electrodos, refrigerados por agua, se llevan el calor de las superficies externas y sólo funde la porción central.

Soldadura con gas inerte. El argón, o algún otro gas, fluye alrededor del electrodo, protegiendo el arco y la soldadura del oxígeno del aire y otros agentes nocivos.



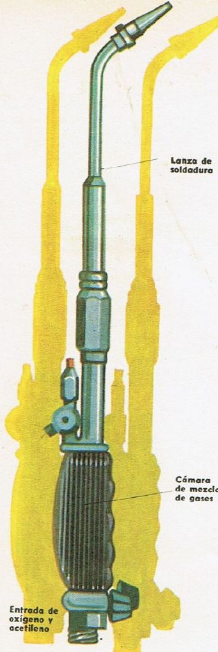
Soldadura con electrodo de volframio y protección de gas inerte. Se emplea material de aporte, y el volframio, por su elevado punto de fusión, permanece inalterable.



La soldadura blanda es como la que se estudia en este artículo, pero se efectúa a temperatura mucho más baja. Las partes a soldar se unen mediante un metal, que funde por debajo de los 300°C (normalmente, una aleación de estaño y plomo). La soldadura blanda suele emplearse para unir objetos pequeños y, muy en especial, para soldar componentes electrónicos.

Las superficies a unir deben estar limpias y protegidas del medio ambiente. De aquí el empleo de los antioxidantes. Sin ellos, en los metales se formarían óxidos, impidiendo un buen contacto. La resina y el cloruro de cinc son los antioxidantes más empleados. Suelen venir ya incluidos en las barras o alambres de soldar (estaño con núcleo antioxidante).

La barra de soldar y la pieza se calientan con un soldador de cobre, que, a su vez, es calentado eléctricamente.



Soplete de soldadura. Para cortar, hay que acoplar una conducción adicional, que lleve oxígeno al chorro central.

vez que se invierte el sentido de la corriente.

SOLDADURA POR RESISTENCIA

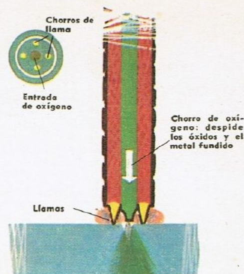
Este método de soldadura implica la utilización de calor y presión, y se emplea, en especial, para unir planchas metálicas. La *soldadura por puntos* es el procedimiento más sencillo. Las dos planchas a unir pasan entre dos electrodos, que son de una aleación de cobre. Éstos se juntan, ejerciendo una presión sobre las planchas, y circula una corriente, de baja tensión y gran intensidad, durante un instante (algunos segundos en planchas gruesas). La resistencia de las planchas —y especialmente en la unión entre ellas—, hace que, casi instantáneamente, se eleve mucho la temperatura. Se elimina el calor de las superficies externas por medio de los electrodos (que van refrigerados por agua), pero la porción central funde. Los electrodos oprimen una plancha contra otra, para que se realice la unión. El proceso se repite a intervalos, a lo largo del borde de las planchas.

Las uniones por puntos no producen cierres herméticos; cuando son necesarias uniones herméticas se practica una variante, llamada *costura*. Entonces, los electrodos son ruedas en lugar de barras. Las planchas pasan entre las ruedas y se obtiene una soldadura continua (hermética, respecto a gases y líquidos). Por resistencia, también se pueden soldar pernos a una plancha metálica, con lo cual no es necesario hacer agujeros. Los pernos se sitúan sobre la plancha, y el conjunto pasa, después, entre un par de electrodos planos. Se calienta la unión entre plancha y perno, consolidándose la soldadura.

La soldadura por chispa se suele practicar en la producción en serie. Se yuxtaponen las dos piezas a unir y se cierra el circuito. El calor originado en la unión funde los bordes, y se aplica una gran fuerza para unir las piezas.

SOLDADURA A GAS

En la soldadura a gas se suele emplear una mezcla de acetileno y oxígeno. Mezclados al 50 %, producen una llama cuya temperatura media es de unos 3.150°C —algo inferior a la empleada en la soldadura por arco—. Cantidades iguales de oxígeno y acetileno dan lo que se conoce con el nombre de *llama neutra*, empleada para soldar la mayor parte de los metales. Un exceso de oxígeno da una llama oxidante, que sirve para impedir la formación de burbujas de hidrógeno en algunos metales, pero no debe emplearse nunca con el acero. Practicando este método hace falta, por supuesto, material de aporte, pues la llama no hace más que proporcionar el calor necesario.



Corte de un metal con chorro de oxígeno. Las llamas de los chorros externos producen un calentamiento previo del metal; el chorro central, de oxígeno, produce una oxidación. Los óxidos son despedidos por la presión del chorro. Se obtiene así un corte estrecho y limpio.

Para las distintas operaciones de soldadura se emplean diferentes tipos de soplete. A su vez, el corte exige un tipo especial de soplete. Para el calentamiento previo del metal se aplican llamas periféricas de acetileno y oxígeno; un chorro central de oxígeno da lugar a la formación de óxidos, que funden y son expulsados de la zona de corte. Puede decirse, entonces, que es el oxígeno el que corta el metal. El método sólo puede practicarse con aceros cuyo contenido en cromo sea bajo, porque el punto de fusión del óxido de cromo es elevado.

NORMAS DE ORDEN PRÁCTICO

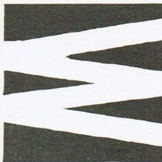
Antes de comenzar a soldar, el operador debe proceder a la limpieza de las piezas metálicas, porque cualquier suciedad, pintura o grasa puede mezclarse con el metal fundido y dar lugar a una soldadura defectuosa. Los bordes deben encontrarse preparados para recibir el metal fundido en el momento oportuno; la preparación suele consistir en una operación de lima o corte por medio de una llama.

El brillo del arco o de la llama cortante exige que el operador lleve anteojos protectores coloreados, para cuidar su vista. Para evitar las chispas y el metal fundido, debe llevar un traje adecuado, que puede consistir en delantal y guantes de cuero. La maestría en las técnicas de soldadura no se consigue sino al cabo de un gran período de entrenamiento.



Soldadura por chispa. Los bordes fundidos se comprimen fuertemente; con ello, se expulsan el metal y los óxidos fundidos, obteniéndose una unión fuerte.

FABRIL 25-3-66



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

CONDUCTOMETRÍAS

En lo que se refiere al trasporte de la electricidad, las soluciones iónicas se comportan como los metales: ambos son buenos conductores.
Cuando un líquido conduce la electricidad, existe un movimiento de iones en sentidos opuestos; los que tienen carga negativa **(aniones)** se dirigen al ánodo y dejan allí los electrones que trasportan, mientras que los positivos **(cationes)** van hacia el cátodo, donde tomarán los electrones que les faltan. Este es el fundamento de la **electrólisis.** La **conductividad** de una solución iónica depende del número de iones que existan, de la carga que lleven y de la velocidad de cada uno.

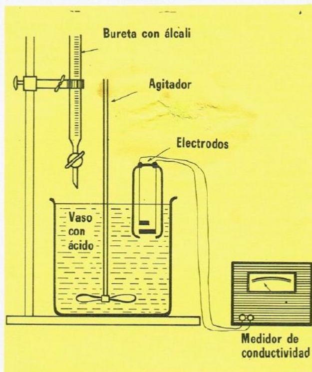


Figura 1

Por ejemplo, si tenemos un ácido (H^+) en solución y se agrega, poco a poco, una base (OH^-) —reacciones de **neutralización—**, la conductividad de la disolución ácida original disminuye gradualmente porque van desapareciendo iones de ella. En efecto, los iones hidrógeno (H^+) del ácido se neutralizan con los oxidrilo (OH^-) de la base para formar agua, que es una sustancia poco ionizada. En el punto de equivalencia, o sea, cuando se ha neutralizado todo el ácido, la conductividad será mínima, y empezará a subir de nuevo si se prosigue la adición de álcali, por la presencia de iones OH^- en exceso.
Lo mismo sucede cuando, en vez de ir eliminando iones de la solución, los intercambiamos por otros de menor movilidad.

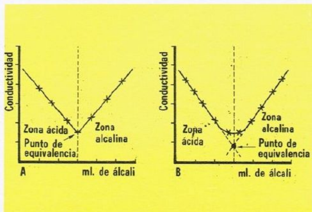


Figura 2

Este fenómeno de la variación de la conductividad de una disolución, cuando se verifican ciertas reacciones, es la base de uno de los métodos más sencillos, exactos y rápidos del análisis químico: las **valoraciones conductométricas.** Su objetivo es el mismo de las volumetrías, donde se utilizan indicadores que cambian de color en el punto de equivalencia, es decir, la medida de la concentración de una disolución desconocida, al ser neutralizada por otra de concentración conocida.
En las conductometrías se dispone un vaso (figura 1) con la solución desconocida (por ejemplo, un ácido); en su interior se colocan los electrodos, conectados a un aparato para medir la conductividad, y un agitador; por último, sobre el vaso se coloca una bureta graduada, con una solución conocida de álcali. A medida que se va agregando ésta, el aparato indicará los valores correspondientes de la conductividad en el vaso. Si vamos escribiendo estos resultados en una representación gráfica (figura 2 A) en la que se enfrentan conductividades y centímetros cúbicos de álcali añadidos, se obtiene una serie de puntos que definen, al principio, una recta descendente, y después ascendente. El punto de mínima conductividad, o, lo que es lo mismo, donde la recta cambia de pendiente, es el punto de equivalencia; a éste corresponden, en el eje de abscisas, los centímetros cúbicos de álcali necesarios para neutralizar el ácido.
A veces, en ciertas reacciones es muy difícil la determinación del punto de equivalencia con las volumetrías ordinarias, porque tienen lugar procesos secundarios (por ejemplo, hidrólisis) que ocultan el viraje del indicador o hacen que sea muy gradual e indistinguible. En estos casos, las valoraciones conductométricas ofrecen una indudable ventaja; aquí también suceden dichas reacciones, y las rectas de conductividad, en vez de cambiar rápidamente de pendiente en el punto de equivalencia, lo hacen poco a poco. Pero en la representación gráfica de los resultados (figura 2 B) se pueden extrapolar (prolongar) dichas rectas y, en el sitio donde se corten, se obtendrá, de forma clara, el punto de equivalencia.

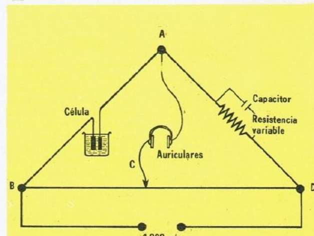


Figura 3

En las conductometrías, los electrodos no pueden alimentarse con corriente continua porque se descompondría la solución (electrólisis) y podría tener lugar su polarización. Se emplea una corriente alterna de varios centenares de ciclos por segundo, producida por medio de un carrete de inducción o de un oscilador.
Como la propia célula que contiene los electrodos de platino posee una resistencia propia, que puede alterar los resultados de la conductividad de la disolución, hay que equilibrar eléctricamente el sistema. Para ello, se dispone un puente de Wheatstone, como se representa en la figura 3; una de las resistencias es la propia célula conductométrica intercalada en la rama **AB;** la de la rama **AD** es una caja de resistencias variables, conectada en paralelo con un capacitor; el cursor **C,** unido a **A** por unos auriculares, se desplaza por la rama **BD.** Cuando los auriculares indiquen el zumbido mínimo, el puente estará equilibrado y en condiciones de iniciarse la valoración conductométrica.
Finalmente, como la conductividad de una disolución también depende, aunque en menor grado, de la temperatura, hay que procurar que ésta sea uniforme en toda la valoración; para ello, el vaso donde se verifica la conductometría debe ser introducido en un baño de agua termostatizado.



CORREO DE LE[illegible]ORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

EL CANAL DE PANAMÁ

¿Cómo funciona el sistema del canal de Panamá? J. T. M.
Cuando un buque intenta pasar desde el océano Atlántico hasta el Pacífico a través del canal de Panamá, se dirige, en primer lugar, a la parte norte de la bahía Limón; allí, en la zona de Colón, existen rompeolas que defienden la entrada del canal de los vientos del N.O. y N.E., y evitan que el cieno de la bahía vaya invadiendo el cauce por donde circulan los barcos. El buque, protegido por los rompeolas, pasa a cierta distancia al E. de Colón, siguiendo un canal dragado en el fondo de la bahía, que tiene unos 150 m. de ancho; por fin, entra en el canal de Panamá propiamente dicho y, tras recorrer por él 12 kilómetros, llega a las esclusas de Gatum.
Esta zona se llama así por empezar en ella el lago artificial de Gatum. Este lago se realizó construyendo un gran dique en el extremo inferior del río Chagres, con objeto de obstruir la corriente fluvial hacia el mar y elevar su nivel 25,5 m. sobre el del Atlántico; el lago que se formó entonces tiene una extensión de 530 Km². L[illegible] características del dique son: longitud, 2,4 Km.; altu[illegible] 34,5 m. sobre el nivel del mar; anchura por la base, [illegible] m.; anchura por el borde superior, 30 m.
En Gatum hay tres esclusas dobles; cada una tiene 300 m. de largo por 33 m. de ancho, separada de su pareja por una pared central de 18 m. de ancho y 24 de alto; en esta pared central existe un túnel con tres galerías independientes, para el desagüe de las esclusas, los cables de la energía eléctrica y el paso de los operarios, respectivamente; las compuertas de la esclusa tienen un grosor de 15 m. por su parte inferior, y de 2,4 por la superior. El agua del lago Gatum entra en la esclusa por una red de alcantarillas, principalmente por una de 6 m. de diámetro, y tarda en llenarla unos 7 minutos.
Mediante las esclusas de Gatum, el buque sube 25,5 m. sobre el nivel del mar, y tarda unos 15 minutos en cada esclusa; en las operaciones, es arrastrado y mantenido en posición correcta por medio de cuatro locomotoras. La energía eléctrica necesaria para este arrastre, para mover las compuertas y para el alumbrado es suministrada por una central hidroeléctrica impulsada por las aguas sobrantes del lago Gatum, que, después de hacer posible el paso de los buques por las esclusas, se descargan al Atlántico mediante un canal de desagüe.
Entonces, el buque empieza a atravesar el lago de Gatum, impulsado por sus propios medios (la travesía es de unos 40 Km.), y sigue el curso [illegible] Chagres hasta el Paso de la Culebra, una hendidura [illegible] por el hombre en los Andes panameños, de más de dos kilómetros y medio de longitud. Después del Paso de la Culebra se encuentran las dos esclusas de Pedro Miguel, merced a las cuales el barco baja 9 m. de nivel y entra en el lago de Miraflores, que tiene una longitud análoga a la del Paso de la Culebra. Al final del lago están las esclusas de Miraflores, que permiten al buque bajar definitivamente hasta el nivel del Pacífico. Tras recorrer unos 15 Km. de canal, el barco se encuentra en aguas profundas del océano, en la bahía de Panamá, que, análogamente a la de Limón, también está protegida por defensas eficaces.
El canal de Panamá tiene una elevación máxima de 25,8 m. sobre el nivel del mar; su longitud total es de 81 Km., de los cuales 65,5 son de canal propiamente dicho; la anchura oscila entre 91 y 305 m., y su profundidad mínima es de 12,5 m. Permite que pasen cómodamente 40 buques cada día.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA

Una vez que se despega un pequeño fragmento del rollo para ser utilizado, la cinta plástica adhesiva es atraída por todos los objetos. Como apenas hay rozamiento al desenrollarla, parece poco probable que el fenómeno se deba a la electricidad estática. E. M.
[illegible] muy probable que la cinta plástica adhesiva esté cargada de electricidad estática, adquirida, en su mayor parte, cuando se manipula el material en la fábrica. El proceso de bobinado de los rollos se realiza a considerable velocidad, y determina, con frecuencia, la carga de electricidad en la cinta; esta carga se conserva bastante bien, merced a la naturaleza aislante de todos los materiales que intervienen en el proceso: tanto la propia cinta, como el adhesivo que la impregna.
No obstante, el simple hecho de desenrollar la cinta para usarla también provoca la aparición de cargas estáticas en ella. Este fenómeno se puede apreciar, asimismo, en un ejemplo análogo. Modernamente, se presentan multitud de objetos y artículos (libros, envases de cartulina, etc.) con una terminación exterior muy brillante, que les brinda un papel de celofán muy bien pegado a la cartulina. Cuando el papel de celofán se empieza a despegar, por el uso, en algunos sitios, y se tira de él para eliminarlo del todo, se obtienen unas tiras o fragmentos que son atraídos por otros cuerpos próximos, como el papel, la epidermis de la mano, etc. La aparición de la electricidad estática se debe exclusivamente al hecho de despegar los fragmentos de la cartulina original. En efecto, antes era imposible que existiesen cargas, ya que el propio manejo del objeto con las manos habría determinado que se descargasen a tierra, a través del cuerpo humano o de cualquier objeto metálico donde hubiese estado depositado. No existe ningún adhesivo aislante que lo impida, como en el caso de la cinta plástica.

Y PARA CONCLUIR...

PUGNA DE MERCADERES

La batalla por las rutas del estaño duró siglos. Comenzó entre griegos y fenicios, y después de la caída de Cartago terciaron los romanos. Todos ellos sabían muy bien que la adición de 5 a 10 % de dicho metal duplicaba la dureza del cobre.
Los fenicios fundaron Utica y Cádiz once siglos antes de Cristo. Pasadas las puertas del Atlántico, llegaban a la misteriosa Ictis (quizá, la isla Wight, en la costa sur de Inglaterra, donde tal vez los precedió un frigio, el fabuloso Midas).
Los fenicios, con asiento permanente en Ictis desde el año 600 a.C., recurrían a toda clase de estratagemas —como a mapas falsos o a navíos postizos frente a yacimientos sin valor— para despistar a romanos y griegos. Estos últimos fundaron Marsella en 598 y, posiblemente, extraían el estaño de la península de Cornualles o las islas Scilly.
Quizá engañado, Herodoto sitúa las fuentes de estaño cerca del Báltico, y Tolomeo —también errado—, en los aledaños del cabo Finisterre, en España.
Los romanos preferían la vía terrestre y organizaron el trasporte. Los lingotes de estaño —en forma de sillas de montar, para adecuarse al lomo de las mulas— atravesaban la Galia de posta en posta.
Por el excelente cobre de Chipre, isla cuyo nombre se perpetuó en el del metal, aunque al comienzo sólo se trataba de una especie de marca de fábrica (en latín, **aes cyprium** significa "cobre de Kyprius" o Chipre), los colonos egeos lucharon salvajemente contra fenicios, egipcios y asirios durante los dos mil años que precedieron la dominación romana.
Los antiguos empleaban la **copelación** para separar el oro del cobre. Copelar es fundir un metal común con un exceso de oxígeno y de plomo: éste se oxida y arrastra consigo los metales oxidables, mientras el oro (u otro metal noble) se deposita puro en el fondo del crisol.

PRECIOS DE VENTA

ARGENTINA,	Pesos	65.—	ECUADOR,	Sucres	8.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,80	PERÚ,	Soles	13.—
*COLOMBIA,	Pesos	6,50	*EL SALVADOR,	Colones	1,30	*MÉXICO,	Pesos	4,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,40
*COSTA RICA,	Colones	2,50	ESPAÑA,	Pesetas	25.—	*NICARAG[illegible]	Córdobas	2,50	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,40
*CHILE,	Escudos		*GUATEMALA,	Quetzales	0,40	*PANAM[illegible]	Balboas	0,40	URUGUAY,	Pesos	24.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	2.—

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 11 de abril de [illegible]